

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления оправки для шнеков

УДК 621.81-229-324:621.91

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чжао Цзялунь		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин И.С.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баннова К.А.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Штейнле А.В.	К.М.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Машиностроение	Ефременков Е.А.	К.Т.Н.		

Томск – 2018г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
Универсальные компетенции	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

УДК 621.81-229-324:621.91

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чжао Цзялунь

Тема работы:

Разработка технологии изготовления оправки для шнеков

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования;
производительность или нагрузка; режим работы
(непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид
сырья или материала изделия; требования к продукту,
изделию или процессу; особые требования к особенностям
функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в
плане безопасности эксплуатации, влияния на
окружающую среду, энергозатратам; экономический
анализ и т. д.).

Чертеж детали, годовая программа выпуска

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<i>Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.</i>		
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<i>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.</i>		
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>			
Раздел		Консультант	
Технологический и конструкторский		Охотин И.С.	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение		Баннова К.А.	
Социальная ответственность		Штейнле А.В.	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:			

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин И.С.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чжао Цзялунь		

Содержание

Введение	7
I. Технологическая часть	9
1. Исходные данные	10
2. Анализ технологичности конструкции детали	11
3. Определение типа производства	13
4. Выбор исходной заготовки	16
5. Разработка маршрута технологии изготовления корпуса тумблера	17
6. Построение размерной схемы и граф технологических цепей	22
7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров	25
7.1 Допуски на конструкторские размеры	25
7.2 Допуски на технологические размеры	26
7.2.1 Определение допусков на осевые технологические размеры	26
7.2.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	28
7.3 Расчёт припусков на обработку заготовок	34
7.3.1 Расчет припусков на диаметральные размеры	35
7.3.2 Расчет припусков на осевые размеры	36
7.3.3 Расчет технологических размеров	37
8. Выбор средств технологического оснащения	44
9. Расчет режимов резания	48
10. Расчет основного времени	63
II. Конструкторская часть	73
1. Анализ данных и разработка задания на проектирование станочного приспособления	74
2. Разработка принципиальной расчетной схемы	75
3. Описание конструкции и работы приспособления	76
4. Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров	78

III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	81
1. Оценка коммерческого потенциала	82
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	90
3. Планирование научно-исследовательских работ	93
4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	106
IV. Социальная ответственность	110
1. Производственная безопасность	113
2. Экологическая безопасность	120
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	122
Список литература	132

Введение

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики. Развитие машиностроения определяется как развитием принципиально новых конструкций машин, так и совершенствованием их производственных технологий. Часто именно технологичность дизайна определяет, будет ли он широко использоваться. В современной технологии машиностроения развитие происходит в следующих областях:

Расширение возможностей, качества и экономии технологического оборудования (высокопроизводительные машины, инструменты с повышенной прочностью и т. Д.); Создание наиболее эффективных маршрутов технологических процессов; Использование эффективной системы управления и планирования производства; Комплексная автоматизация производства, включающая разработку дизайна изделий, технологическое проектирование, планирование и т. Д. Обоснованное использование прогрессивного оборудования и инструментов может привести к значительному снижению затрат на производство и трудоемкость его производства. Те же результаты могут привести к использованию совершенных методов получения заготовок с минимальными затратами на механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снизить технологичность продукта для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать

дополнительные затраты. Преследование технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств продукта ниже указанной конструкции.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства оснований. Маршрут должен быть спроектирован таким образом, чтобы возможности оборудования были максимально увеличены.

Автоматизация производства на всех ее этапах позволяет значительно сократить время подготовки производства, внедрить новые продукты, сократить и упростить документооборот, оперативно внести изменения в действующие технологические процессы. В настоящее время высокотехнологичные отрасли (авиация и автомобилестроение) не могут оставаться на конкурентном уровне без сложных систем автоматизации. В проекте курса решается задача создания эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разработан для условий серийного производства.

I. Технологическая часть

1. Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, представленного на Рис. 1. Годовая программа выпуска 5000 штук.

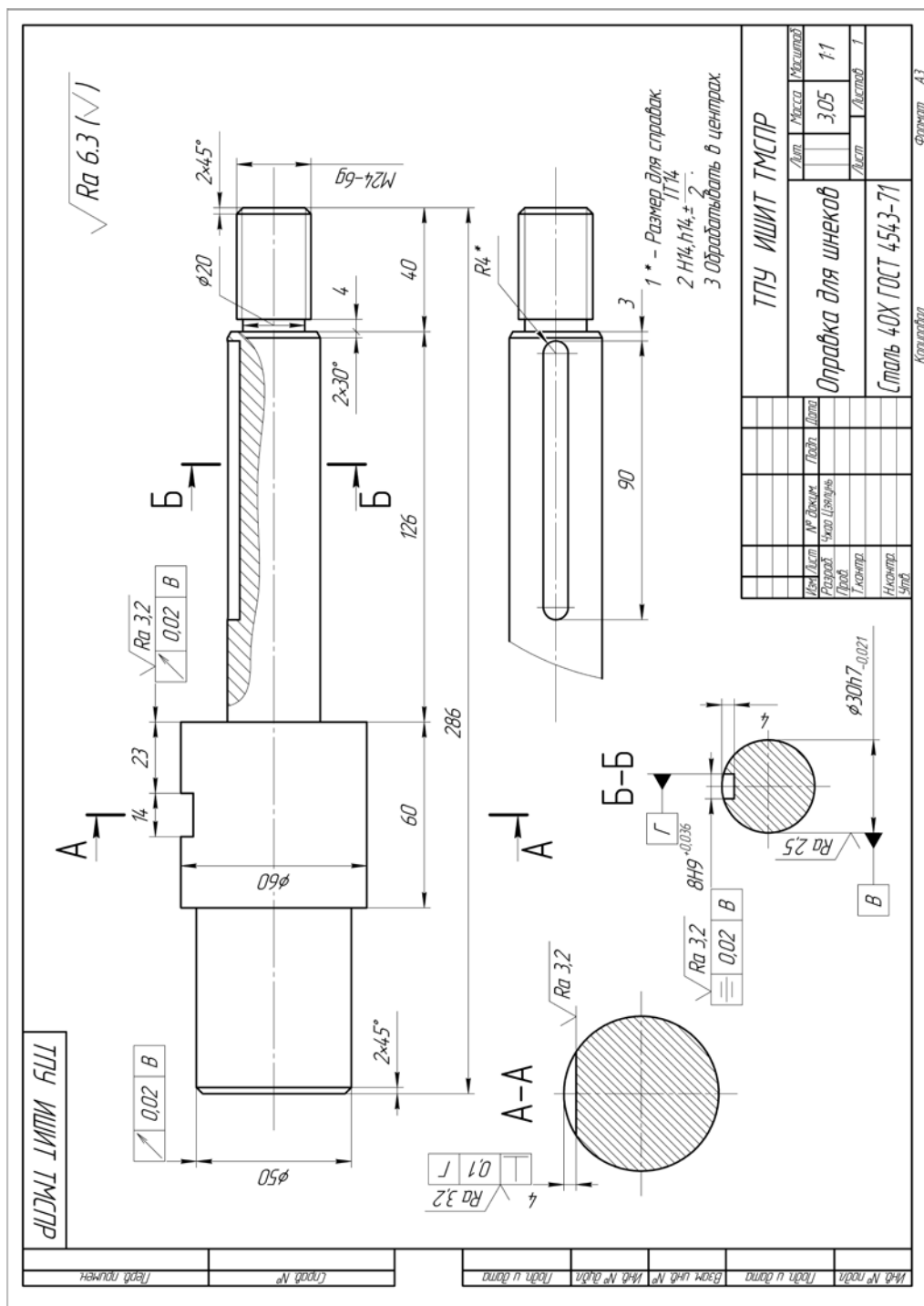


Рис. 1. Чертеж детали

2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – оправка для шнеков изготовлен из стали 40Х ГОСТ 4543-71, которая тяжело поддается механической обработке. Деталь имеет достаточно простую конструкцию, поэтому механическую обработку можно выполнять на универсальных станках и использовать простой инструмент. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется, за исключением трех диаметральных размеров: $\varnothing 30h7_{-0,021}$.

Шероховатость поверхностей имеет параметр Ra 6,3, но ряд поверхностей должно иметь параметр Ra 3,2 и Ra 2,5.

Деталь – оправка для шнеков – представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали 40Х. Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой, отсутствуют какие-либо специальные требования к форме и взаимному расположению геометрических элементов.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Деталь не имеет острых кромок и грубой шероховатости, поэтому после закалки возможность

появления трещин резко уменьшается.

С учетом вышесказанного какие-либо изменения в конструкции детали производиться не будут.

Назначение стали 40Х втулки, оси, стержни, шариковые и роликовые подшипники и другие детали, к которым предъявляются требования высокой твердости и износостойкости и работающие при температуре до 500 °С или подвергающиеся действию умеренных агрессивных сред. Сталь коррозионная мартенситного класса.

Химический состав в% стали 40Х

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0,17-0,37
Медь (Cu), не более	до 0,30
Марганец (Mn)	0,50-0,80
Никель (Ni), не более	до 0,30
Фосфор (P), не более	до 0,035
Хром (Cr)	0,80-1,10
Сера (S), не более	0,035
Углерод (C)	0,36-0,44
Железо (Fe)	≈97

3. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{в}}$ – такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$ – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}}$$

где $F_{\text{г}}$ – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$ – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем при двухсменном режиме работы: $F_{\text{г}} = 4150$ ч.

Тогда

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{4150 \cdot 60}{5000} = 49,8 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к.}i}}{n}, \quad (2)$$

где

$T_{\text{ш.к.}i}$ – штучно – калькуляционное время i -ой основной операции, мин.

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 6 операции ($n=7$): 4 токарные и 2 фрезерная операция и 1 отрезанная операция (см. операционную карту).

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [1, стр.147]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{0.i}, \quad (3)$$

Где

$\varphi_{к.i}$ – коэффициент i - ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{0.i}$ – основное технологическое время i - ой операции, мин.

Для токарных операций (токарных с ЧПУ): $\varphi_{к.1} = 2,14$;

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения [1, стр.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой токарной операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов (подрезка торца начерно и начисто, точение поверхности начерно и начисто, (см. операционную карту):

$$T_{0.1} = 0,037(D^2 - d^2) + 0,17dl.$$

где

D – наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

d – наименьший диаметр обрабатываемого торца, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по рис.1.

Тогда

$$T_{0.1} = (0,037 * (80^2 - 60^2) + 0,17 * 60 * 290) * 10^{-3} = 1,21 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.1}} = \varphi_{\text{к.1}} \cdot T_{0.1} = 2,14 \cdot 1,21 = 2,59 \text{мин.}$$

$$T_{0.2} = 0,17 \text{дл}$$

$$T_{0.2} = (0,17 \cdot 60 \cdot 60) \cdot 10^{-3} = 0,61 \text{мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.2}} = \varphi_{\text{к.3}} \cdot T_{0.3} = 2,14 \cdot 0,61 = 1,10 \text{мин.}$$

$$T_{0.3} = 0,037(D^2 - d^2) + 0,17 \text{дл}$$

$$T_{0.3} = (0,037 \cdot (60^2 - 50^2) + 0,17 \cdot 50 \cdot 60) \cdot 10^{-3} = 0,56 \text{мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.3}} = \varphi_{\text{к.3}} \cdot T_{0.3} = 2,14 \cdot 0,56 = 1,20 \text{мин}$$

$$T_{0.4} = 0,037(D^2 - d^2) + 0,17 \text{дл}$$

$$T_{0.4} = (0,037 \cdot (60^2 - 30^2) + 0,17 \cdot 126 \cdot 30) \cdot 10^{-3} = 0,74 \text{мин.}$$

$$T_{\text{ш.к.4}} = \varphi_{\text{к.4}} \cdot T_{0.4} = 2,14 \cdot 0,74 = 0,59 \text{мин}$$

$$T_{0.5} = 0,18 \text{дл}$$

$$T_{0.5} = (0,18 \cdot 126 \cdot 30) \cdot 10^{-3} = 0,68 \text{мин}$$

$$T_{\text{ш.к.5}} = \varphi_{\text{к.5}} \cdot T_{0.5} = 2,10 \cdot 0,68 = 1,43 \text{мин}$$

$$T_{0.6} = 0,037(D^2 - d^2) + 0,17 \text{дл}$$

$$T_{0.6} = (0,037 \cdot (30^2 - 24^2) + 0,17 \cdot 40 \cdot 24) \cdot 10^{-3} = 0,65 \text{мин.}$$

$$T_{0.6} = \varphi_{\text{к.6}} \cdot T_{0.6} = 2,14 \cdot 0,65 = 1,39 \text{мин}$$

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к.}i}}{n} = \frac{2,56 + 1,10 + 1,20 + 1,43 + 0,59 + 1,39}{3} = 2,75 \text{мин.}$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{3.0} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{49,8}{2,75} = 18$$

Так как $K_{3.0} = 18$, то тип производства серийный.

4. Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (Сталь 40Х ГОСТ 4543-71), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства (среднесерийное), выбираем в качестве исходной заготовки – прокат стальной, горячекатаный, круглый (Круг 40-В ГОСТ 2590-88).

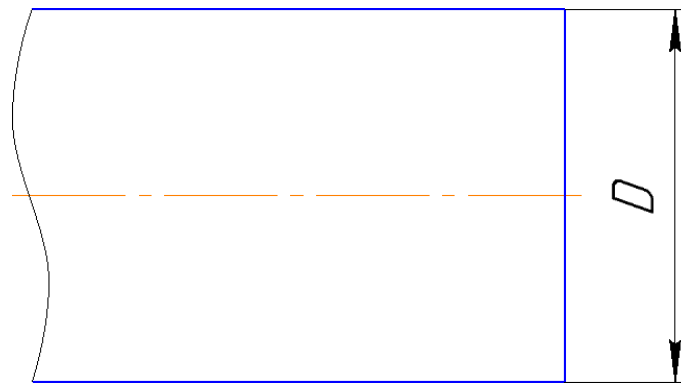
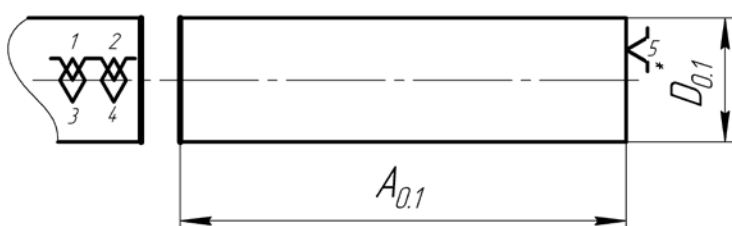
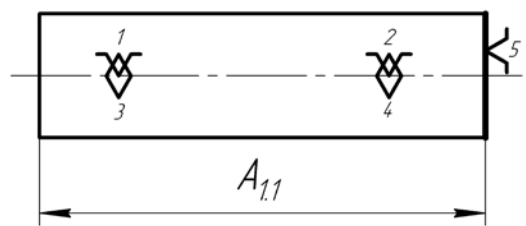
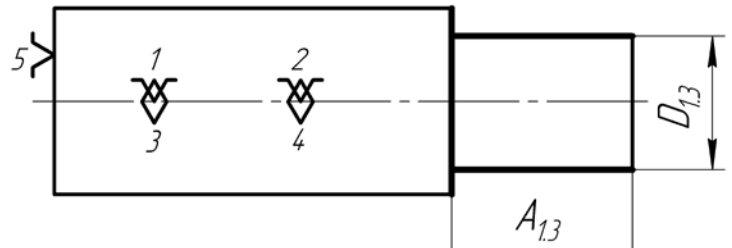


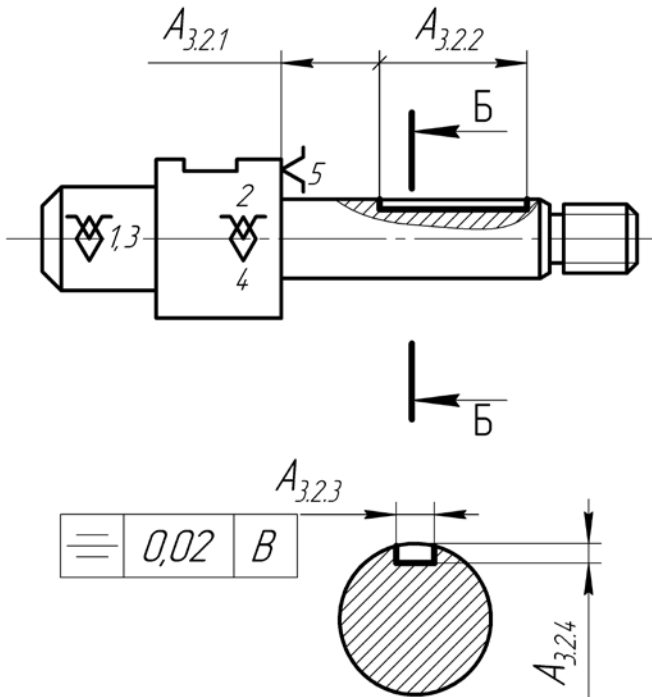
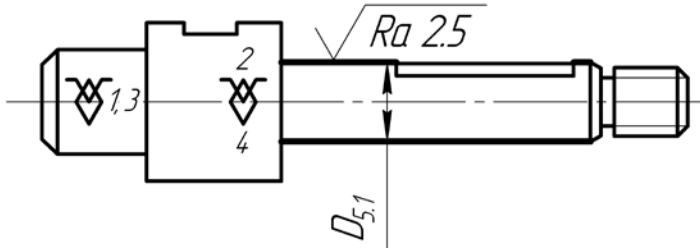
Рис. 2.Эскиз заготовки

5. Разработка маршрута технологии изготовления корпуса тумблера

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операций	перехода		
5	A	<u>Заготовительная</u>	
	O 1	Установить и снять деталь Отрезать заготовку, выдерживая размер $A_{0.1}$	
10	A	<u>Токарная</u>	
	O 1	Установить и снять деталь Точить торец, выдерживая размер $A_{1.1}$	
	2	Сверлить центровое отверстие, выдерживая размеры $A_{1.2}$ $D_{1.2}$	
3	3	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{1.3}$ $D_{1.3}$	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операций	перехода		
10	4	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{1,4}$ $D_{1,4}$	
	5	Точить фаску, выдерживая размер $A_{1,5} \times 45^\circ$	
15	A 0 1	Токарная Установить и снять деталь Точить торец, выдерживая размер $A_{2,1}$	
	2	Сверлить центровое отверстие, выдерживая размеры $A_{2,2}$ $D_{2,2}$	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операций	перехода		
15	3	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{2,3}$ $D_{2,3}$	
	4	Точить поверхность, выдерживая размеры $A_{2,4}$ $D_{2,4}$	
	5	Точить фаску, выдерживая размер $A_{2,5} \times 45^\circ$	
	6	Точить кановку, выдерживая размеры $A_{2,6.1}$ $A_{2,6.2}$ $D_{2,6}$	

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
20	2	Фрезеровать шпоночный, выдерживая диаметры $A_{3.2.1}$ $A_{3.2.2}$ $A_{3.2.3}$ $A_{3.2.4}$	
25	1	<p><u>Круглошлифовальная</u></p> <p>Установить и снять деталь</p> <p>Шлифовать поверхность паз, выдерживая диаметр $D_{4.1}$</p>	

6. Построение размерной схемы и граф технологических цепей

Размерная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях (переходах) обработки изделия [2, стр. 13].

На основании маршрута изготовления фланца переходного, составляется расчётная схема (представлена на рис. 3), которая содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу данной работы.

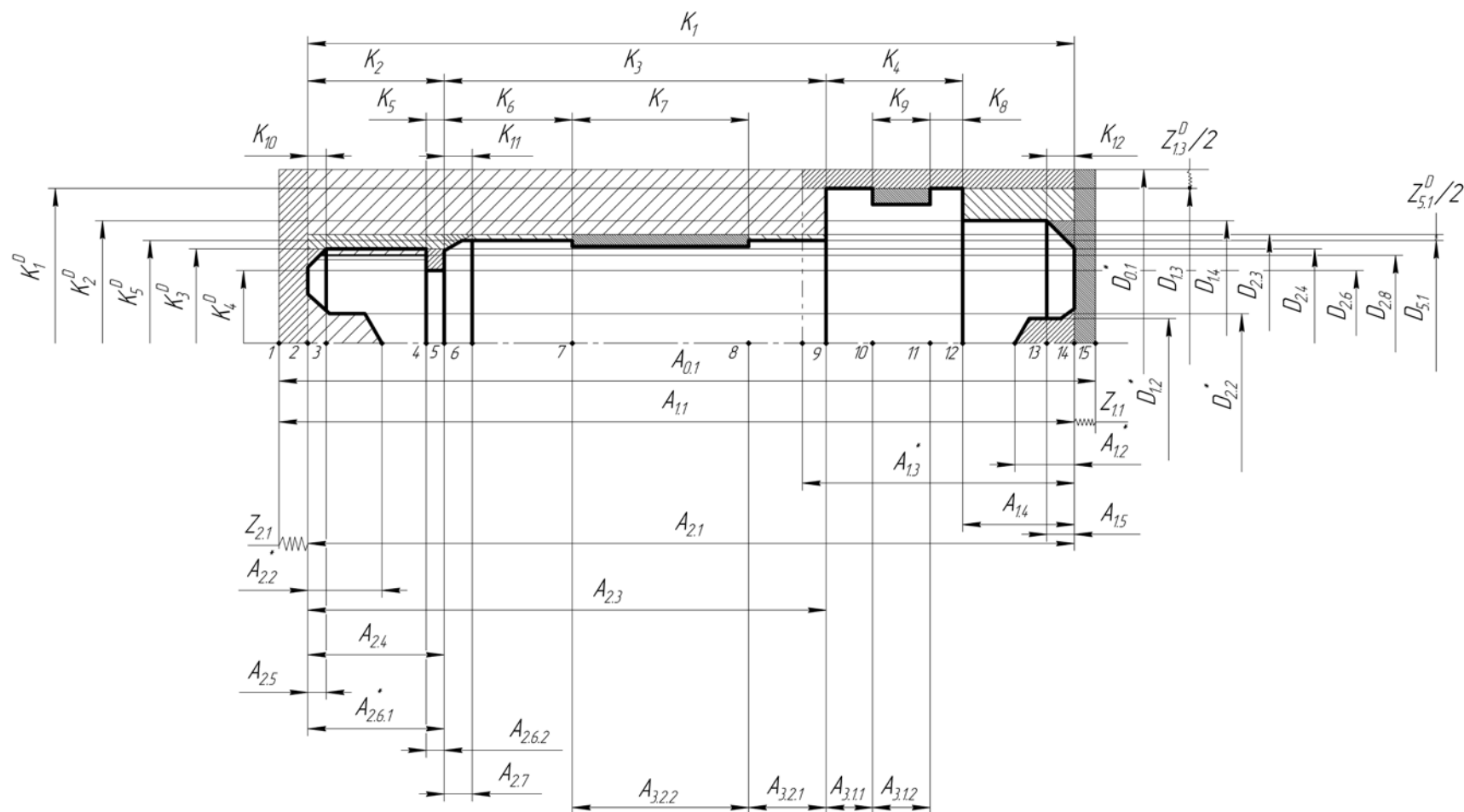


Рис. 3. Размерная схема

В данной размерной схеме число поверхностей – 15, число технологических размеров – 14, число припусков – 2, число конструкторских – 12. Следовательно, размерная схема построена верно.

7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров

7.1. Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

$$TK_1 = (286)_{-1,3} = 1,3 \text{ мм};$$

$$TK_2 = (40) \pm 0,31 = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_3 = (126) \pm 0,5 = 1 \text{ мм};$$

$$TK_4 = (60) \pm 0,37 = 0,74 \text{ мм};$$

$$TK_5 = (4) \pm 0,15 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_6 = (3) \pm 0,15 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_7 = (90) \pm 0,435 = 0,87 \text{ мм};$$

$$TK_8 = (23) \pm 0,26 = 0,52 \text{ мм};$$

$$TK_9 = (14) \pm 0,215 = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_{10} = (2) \pm 0,2 = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_{11} = (2) \pm 0,2 = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_{12} = (2) \pm 0,2 = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_1^D = (60)_{-0,74} = 0,74 \text{ мм};$$

$$TK_2^D = (50)_{-0,62} = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_3^D = (24)_{-0,52} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TK_4^D = (20)_{-0,52} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TK_5^D = (30)_{-0,021} = 0,021 \text{ мм}.$$

7.2. Допуски на технологические размеры

7.2.1. Определение допусков на осевые технологическиеразмеры

Допуски на осевые технологические размеры

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{pi} + \varepsilon_{\sigma i} \quad (5)$$

Где

ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

ρ_{pi} - пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм.

$\varepsilon_{\sigma i}$ - погрешность базирования, мм.

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{0.1} = \omega_c = 2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.1} = \omega_c = 0,25 \text{ мм};$$

$$TA_{1.3} = \omega_c = 0,20 \text{ мм};$$

$$TA_{1.4} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1.5} = \omega_c = 0,20 \text{ мм};$$

$$TA_{2.1} = \omega_c = 0,25 \text{ мм};$$

$$TA_{2.3} = \omega_c = 0,20 \text{ мм};$$

$$TA_{2.4} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2.5} = \omega_c = 0,20 \text{ мм};$$

$$TA_{2.6.2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2.7} = \omega_c = 0,20 \text{ мм};$$

$$TA_{3.1.1} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{3.1.2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{3.2.1} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{3.2.2} = \omega_c = 0,20 \text{ мм};$$

7. Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными

$$TD_i = \omega_{ci} \quad (6)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.

$$TD_{0.1} = 1,6 \text{ мм};$$

$$TD_{1.3} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{1.4} = \omega_c = 0,10 \text{ мм};$$

$$TD_{2.3} = \omega_c = 0,10 \text{ мм};$$

$$TD_{2.4} = \omega_c = 0,10 \text{ мм};$$

$$TD_{2.6} = \omega_c = 0,10 \text{ мм};$$

$$TD_{5.1} = \omega_c = 0,021 \text{ мм};$$

7.2.2. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i.$$

1.Рассмотрим размерную цепь для размера K_1 (рис. 3.1).

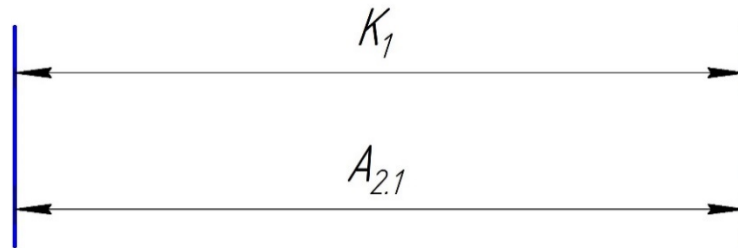


Рис. 3.1. Размерная цепь № 1

$TK_1 = 1.3$ мм; $TA_{2.1} = 0,25$ мм;Размер K_1 выдерживается.

2.Рассмотрим размерную цепь для размера K_2 (рис. 3.2).

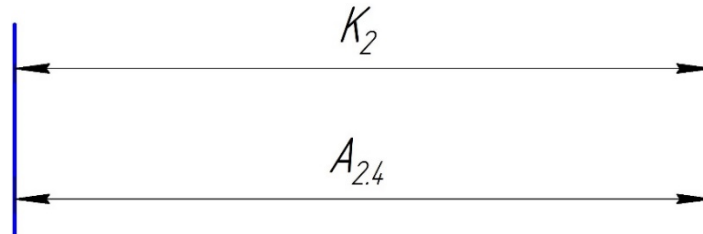


Рис. 3.2. Размерная цепь № 2

$TK_2 = 0.62$ мм; $TA_{2.4} = 0,12$ мм;Размер K_1 выдерживается

3.Рассмотрим размерную цепь для размера K_3 (рис. 3.3).

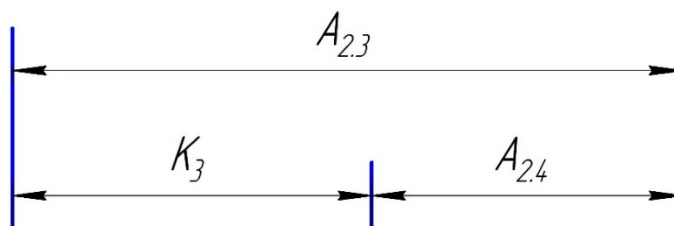


Рис. 3.3. Размерная цепь № 3

$$TK_3 = 1 \text{ мм}; \quad TA_{2.3} + TA_{2.4} = 0,20 + 0,12 = 0,32 \text{ мм};$$

Размер K_3 выдерживается

4.Рассмотрим размерную цепь для размера K_4 (рис. 3.4).

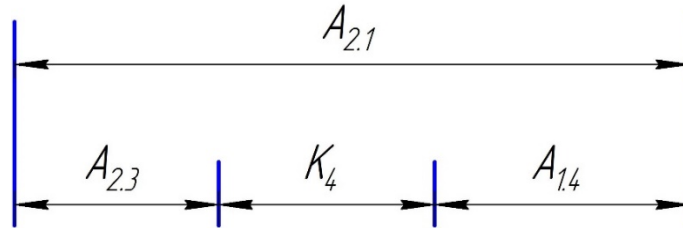


Рис. 3.4. Размерная цепь № 4

$$TK_4 = 0,74 \text{ мм}; \quad TA_{2.3} + TA_{1.4} + TA_{2.1} = 0,20 + 0,12 + 0,25 = 0,57 \text{ мм};$$

Размер K_4 выдерживается

5.Рассмотрим размерную цепь для размера K_5 (рис. 3.5).

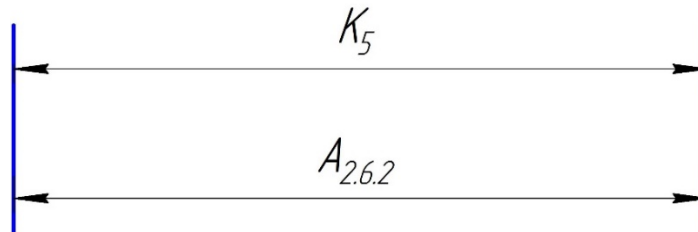


Рис. 3.5. Размерная цепь № 5

$$TK_5 = 0,62 \text{ мм}; \quad TA_{2.6.2} = 0,12 \text{ мм}; \text{Размер } K_5 \text{ выдерживается}$$

6.Рассмотрим размерную цепь для размера K_6 (рис. 3.6).

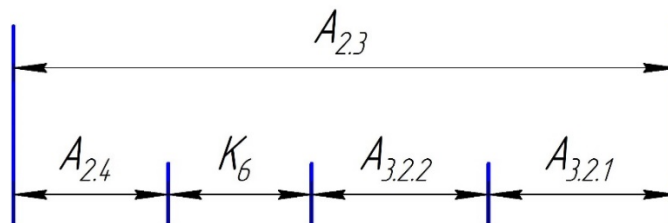


Рис. 3.6. Размерная цепь № 6

$$TK_6 = 0,3\text{мм}; \sqrt{TA_{2.3}^2 + TA_{2.4}^2 + TA_{3.2.2}^2 + TA_{3.2.1}^2} = 0,295 \text{ мм};$$

Размер K_4 выдерживается

7.Рассмотрим размерную цепь для размера K_7 (рис. 3.7).

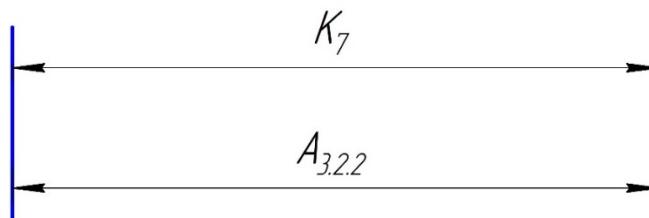


Рис. 3.7. Размерная цепь № 7

$$TK_7 = 0,87 \text{ мм}; \quad TA_{3.2.2} = 0,20 \text{ мм}; \text{Размер } K_7 \text{ выдерживается}$$

8.Рассмотрим размерную цепь для размера K_8 (рис. 3.8).

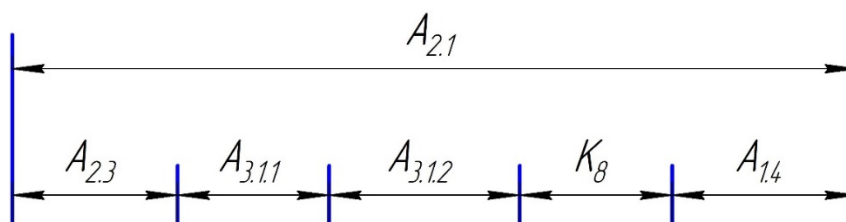


Рис. 3.8. Размерная цепь № 8

$$TK_8 = 0,52\text{мм}; \sqrt{TA_{2.3}^2 + TA_{3.1.1}^2 + TA_{3.1.2}^2 + TA_{1.4}^2 + TA_{2.1}^2} = 0,382 \text{ мм};$$

Размер K_8 выдерживается

9.Рассмотрим размерную цепь для размера K_9 (рис. 3.9).

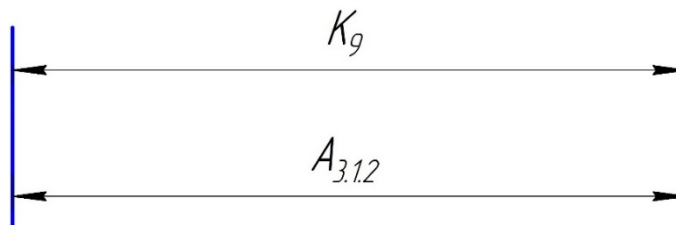


Рис. 3.9. Размерная цепь № 9

$$TK_9 = 0,43 \text{ мм}; \quad TA_{3.1.2} = 0,12 \text{ мм}; \text{Размер } K_9 \text{ выдерживается}$$

10.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{10} (рис. 3.10).

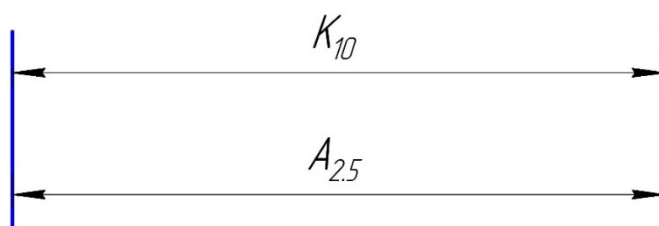


Рис. 3.10 Размерная цепь № 10

$TK_{10} = 0,25$ мм; $TA_{2.5} = 0,12$ мм;Размер K_{10} выдерживается

11.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{11} (рис. 3.11).

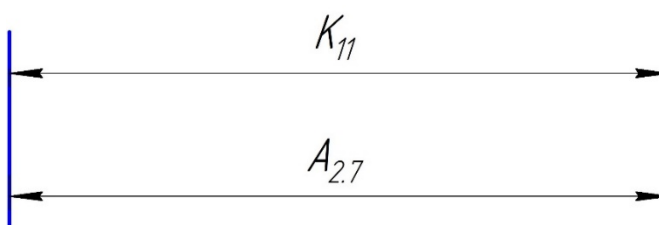


Рис. 3.11. Размерная цепь № 11

$TK_{11} = 0,25$ мм; $TA_{2.5} = 0,12$ мм;Размер K_{11} выдерживается

12.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{12} (рис. 3.12).

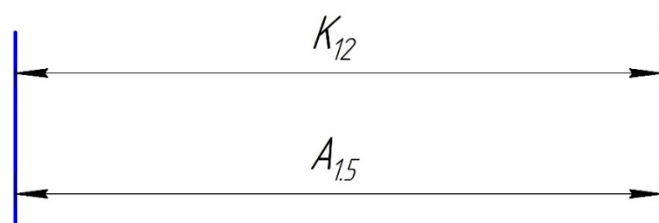


Рис. 3.12. Размерная цепь № 12

$TK_{12} = 0,25$ мм; $TA_{1.5} = 0,12$ мм;Размер K_{12} выдерживается

13.Рассмотрим размерную цепь для размера K_1^D (рис. 3.13).

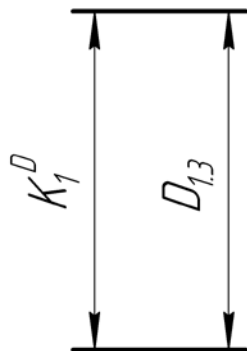


Рис. 3.13. Размерная цепь № 13

$K_1^D = 0,74$ мм; $D_{1.3} = 0,12$ мм; Размер K_1^D выдерживается

14. Рассмотрим размерную цепь для размера K_2^D (рис. 3.14).



Рис. 3.14. Размерная цепь № 14

$K_2^D = 0,62$ мм; $D_{1.4} = 0,10$ мм; Размер K_2^D выдерживается

15. Рассмотрим размерную цепь для размера K_3^D (рис. 3.15).

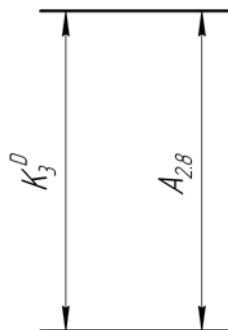


Рис. 3.15. Размерная цепь № 15

$K_3^D = 0,52$ мм; $D_{2.4} = 0,10$ мм; Размер K_3^D выдерживается

16. Рассмотрим размерную цепь для размера K_4^D (рис. 3.16).



Рис. 3.16. Размерная цепь № 16

$K_4^D = 0,52$ мм; $D_{2.6} = 0,10$ мм; Размер K_4^D выдерживается

17. Рассмотрим размерную цепь для размера K_5^D (рис. 3.17).

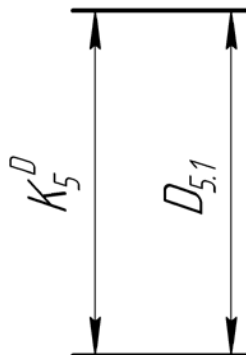


Рис. 3.17. Размерная цепь № 17

$K_5^D = 0,021$ мм; $D_{5.1} = 0,021$ мм; Размер K_5^D выдерживается

7.3. Расчёт припусков на обработку заготовки

Установление оптимальных технологических надбавок и технологических допусков для размеров заготовок для всех переходов имеет важное техническое и экономическое значение при разработке технологических процессов для изготовления деталей машин. Преувеличенные допуски являются причиной перерасхода материала при изготовлении деталей и необходимости дополнительных технологических переходов, увеличения трудоемкости процессов обработки, потребления энергии и режущего инструмента. В результате недостаточных пособий увеличивается количество браков, что повышает стоимость выпускаемой продукции.

На основе оптимальных допусков можно разумно определить массу исходных заготовок. Допуски на обработку заготовки основаны на экономически приемлемом способе обработки, конфигурации продукта и его весе. Расчет пособий может производиться статистическим и аналитическим методом.

Аналитический метод состоит в анализе ошибок производства, возникающих при определенных условиях обработки заготовки. Общее пособие слоя металла для обработки и получения необходимой геометрии и шероховатости продукта. Промежуточное пособие слоя металла для технологического перехода. Размер надбавки должен быть

до статочным для удаления дефектного слоя металла из заготовки, а также для компенсации ошибки при установке и базировании детали.

Расчетно-аналитический метод более приближает заготовку к размерам детали, уменьшая слой металла до уровня допуска до других методов.

7.3.1. Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [2, стр. 42]:

$$z_{i \min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right); \quad (7)$$

Где

$z_{i \min}$ — минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

Rz_{i-1} — шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

h_{i-1} — толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

ρ_{i-1} — суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

ε_{yi} — погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

$$z_{1.3 \min}^D = 2 \cdot \left(0,03 + 0,04 + \sqrt{0,01^2 + 0,37^2} \right) = 0,88 \text{ мм};$$

$$z_{5.1 \min}^D = 2 \cdot \left(0,015 + 0,025 + \sqrt{0,01^2 + 0,37^2} \right) = 0,82 \text{ мм};$$

7.3.2. Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [2, стр. 42]:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i \quad (8)$$

Где

$z_{i \min}$ — минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

Rz_{i-1} — шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

h_{i-1} — толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

ρ_{i-1} — суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

ε_{yi} — погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

$$z_{1.1} = 160 + 150 + 1000 + 110 = 1420 \text{ мкм}$$

$$z_{2.1} = 160 + 150 + 1000 + 110 = 1420 \text{ мкм}$$

7.3. Расчёт технологических размеров

Расчет технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.1}$ (рис. 4.1).

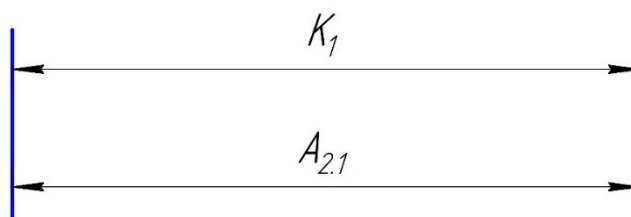


Рис. 4.1. Размерная цепь № 1

$$A_{2.1}^C = K_1^C = 285,35 \text{ мм}$$

$$A_{2.1} = 285,35_{-0,25} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.4}$ (рис. 4.2).

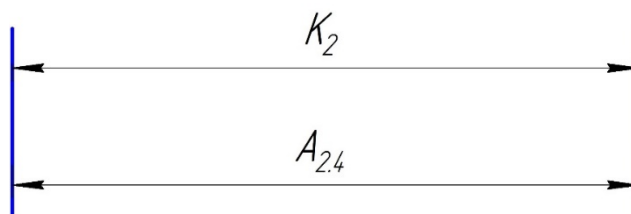


Рис. 4.2. Размерная цепь № 2

$$A_{2.4}^C = K_2^C = 40 \pm 0,31 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.3}$ (рис. 4.3).

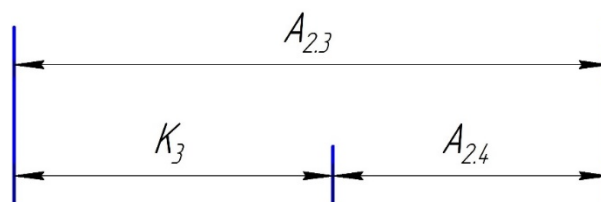


Рис. 4.3. Размерная цепь № 3

$$A_{2.3}^C = K_3^C + A_{2.4}^C = (126 + 40) = 166 \pm 0,10 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.4}$ (рис. 4.4).

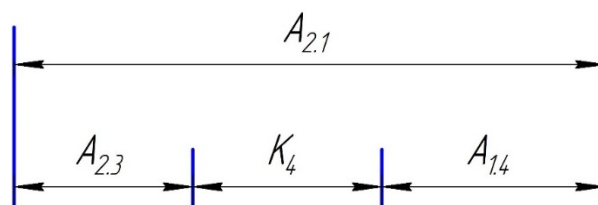


Рис. 4.4. Размерная цепь № 4

$$A_{1.4}^C = (A_{2.1}^C - A_{2.3}^C - K_4^C) = 59,35 \pm 0,06 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.6.2}$ (рис. 4.5).

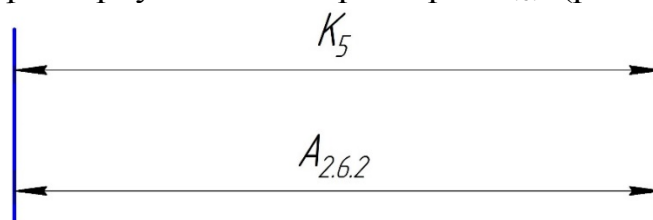


Рис. 4.5. Размерная цепь № 5

$$A_{2.6.2}^C = K_5^C = 4 \pm 0,15 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.2.2}$ (рис. 4.6).

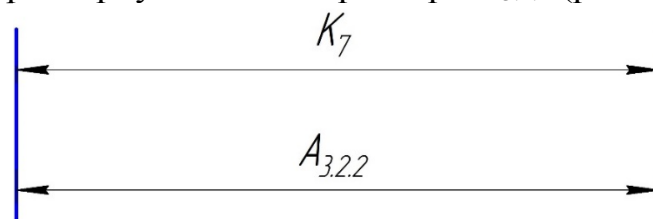


Рис. 4.6. Размерная цепь № 6

$$A_{3.2.2}^C = K_7^C = 90 \pm 0,435 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.2.1}$ (рис. 4.7).

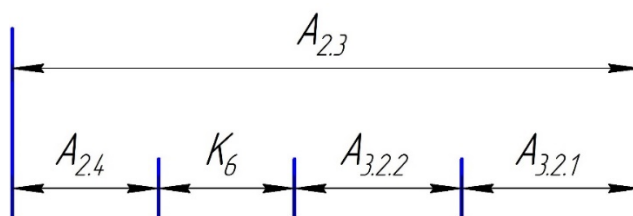


Рис. 4.7. Размерная цепь № 7

$$A_{1.4}^C = (A_{2.3}^C - A_{2.4}^C - K_6^C - A_{3.2.2}^C) = 33 \pm 0,05 \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.1.2}$ (рис. 4.8).

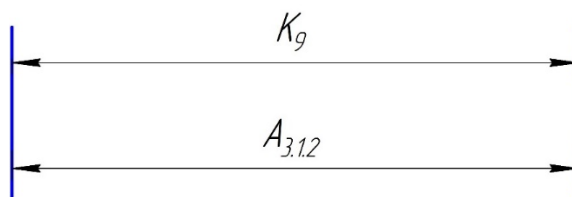


Рис. 4.8. Размерная цепь № 8

$$A_{3.1.2}^C = K_9^C = 14 \pm 0,215\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.1.1}$ (рис. 4.9).

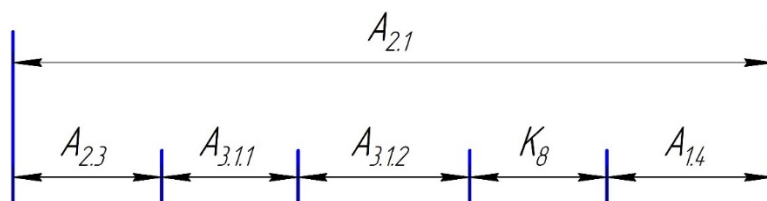


Рис. 4.9. Размерная цепь № 9

$$A_{3.1.1}^C = (A_{2.1}^C - A_{2.3}^C - A_{3.1.2}^C - K_8^C - A_{1.4}^C) = 23 \pm 0,06\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.5}$ (рис. 4.10).

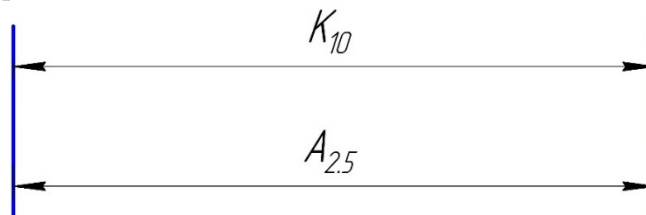


Рис. 4.10. Размерная цепь № 10

$$A_{2.5}^C = K_{10}^C = 2 \pm 0,2\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.7}$ (рис. 4.11).

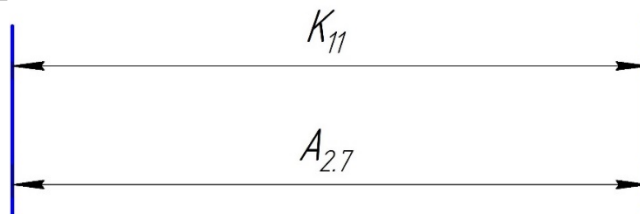


Рис. 4.11. Размерная цепь № 11

$$A_{2.7}^C = K_{11}^C = 2 \pm 0,2\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.5}$ (рис. 4.12).

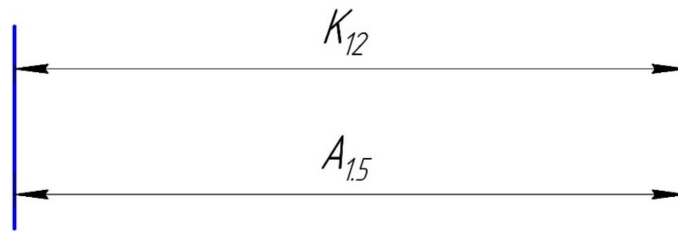


Рис. 4.12. Размерная цепь № 12

$$A_{1.5}^C = K_{12}^C = 2 \pm 0,2\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.1}$ (рис. 4.13).

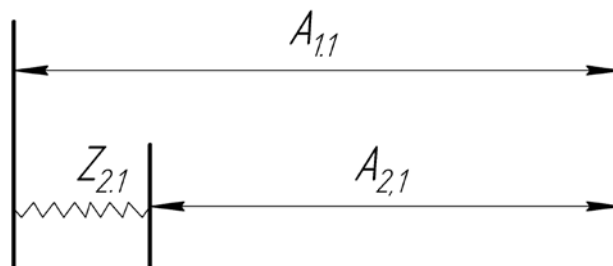


Рис. 4.13. Размерная цепь № 13

$$A_{1.1}^{min} = A_{2.1}^{max} + Z_{2.1}^{min} = 285,35 + 1,42 = 286,77 \pm 0,125\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{0.1}$ (рис. 4.14).

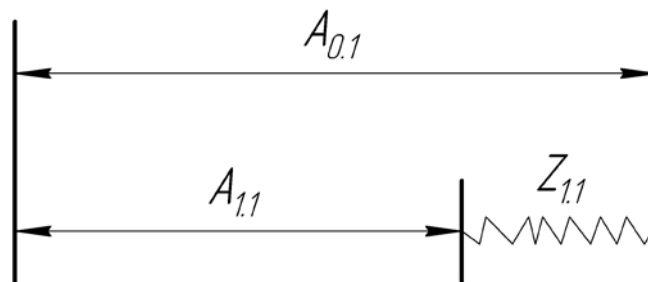


Рис. 4.14. Размерная цепь № 14

$$A_{0.1}^{min} = A_{1.1}^{max} + Z_{1.1}^{min} = 286,895 + 1,42 = 288,315_{-2}\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.3}$ (рис. 4.15).

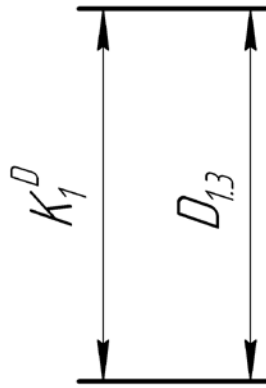


Рис. 4.15. Размерная цепь № 15

$$D_{1.3}^C = K_1^D = 60_{-0,74} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.4}$ (рис. 4.16).

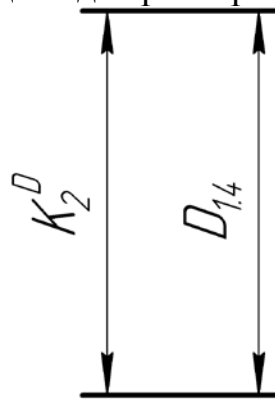


Рис. 4.16. Размерная цепь № 16

$$D_{1.4}^C = K_2^D = 50_{-0,62} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{2.4}$ (рис. 4.17).

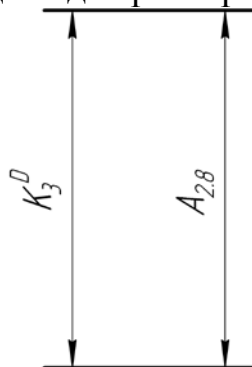


Рис. 4.17. Размерная цепь № 17

$$D_{2.8}^C = K_3^D = 24_{-0,52} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{2.6}$ (рис. 4.18).

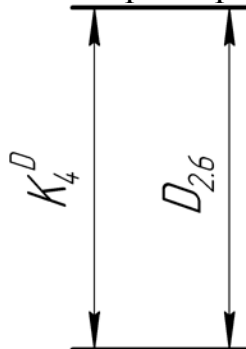


Рис. 4.18. Размерная цепь № 18

$$D_{2.6}^C = K_4^D = 20_{-0,52} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{5.1}$ (рис. 4.19).

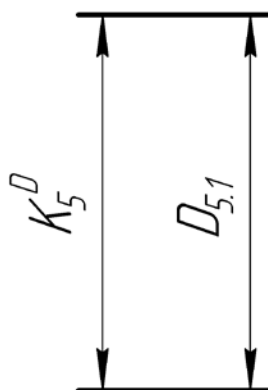


Рис. 4.19. Размерная цепь № 19

$$D_{5.1}^C = K_5^D = 30_{-0,021} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{2.3}$ (рис. 4.20).

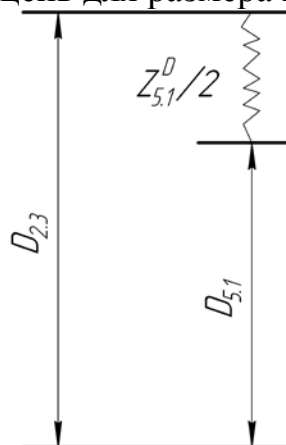


Рис. 4.20. Размерная цепь № 20

$$D_{2.3}^C = D_{5.1}^C + Z_{5.1}^D/2 = 30_{-0,021} + \frac{0,82}{2} = 30,41_{-0,021} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{0.1}$ (рис. 4.21).

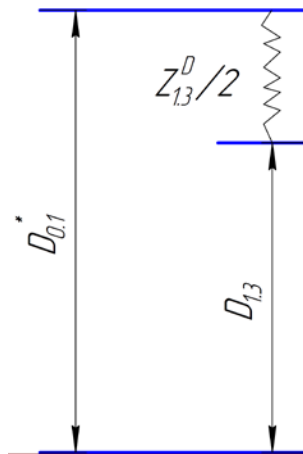


Рис. 4.21. Размерная цепь № 21

$$D_{0.1}^C = D_{1.3}^C + Z_{1.3}^D/2 = 60_{-0,47} + \frac{0,88}{2} = 60,44_{-0,47} \text{ мм}$$

8. Выбор средств технологического оснащения

В технологическом процессе имеется две токарных операций, одна фрезерная операция и одна круглошлифовальная операция.

Для двух токарных операций выберем горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway серии GA-2000.

Технические характеристики горизонтальных токарно-револьверных станков Goodway серии GA-2000.

Технические характеристики:		Таблица 8-1
Вес, кг		3500
Диаметр патрона		8
Количество позиций в револьверной головке, шт		12 (10-опц.)
Максимальная длина точения, мм		До 624
Максимальный диаметр прутка, мм		До 51
Максимальный диаметр точения, мм		350
Мощность двигателя шпинделя (номинал / 30 мин.), кВт		11 / 15/ 18 (15 / 18,5 / 22 / опц.)
Повторяемость, мм		0.003
Система ЧПУ,		Fanuc 0i-TD (31i - опц.)
Скорость быстрого перемещения по оси X, м/мин		20
Скорость быстрого перемещения по оси Z, м/мин		24
Скорость вращения шпинделя, об/мин		48 / 4800
Тип направляющих,		Скольжения
Точность позиционирования, мм		0,005



Рис.5.1 GOODWAY GA-2000

Для фрезерной операций выберем горизонтально-фрезерный станок 6K82Г.
Технические характеристики горизонтально-фрезерного станка 6K82Г.

Технические характеристики:

Таблица 8-2

Наименование параметров		6K82Г
Размеры рабочей поверхности стола, мм		320 x 1250
Наибольшее перемещение стола, мм	Продольное	850
	Поперечное	250
	Вертикальное	400
Ускоренное перемещение стола, мм/мин	Продольное	2900
	Поперечное	2300
	Вертикальное	765
Конус горизонтального шпинделя, ISO		50
Пределы частот вращения горизонтального шпинделя, мин -1		16...1600 20...2000*
Количество частот вращения горизонтального шпинделя		21
Габаритные размеры станка, мм		2135x1865x1695
Масса станка, кг		2360
Класс точности		H



Рис. 5.2 Горизонтально-фрезерный станок 6K82Г

Для круглошлифовальная операций выберем станок круглошлифовальный ОШ-600Ф3.

Технические характеристики станок круглошлифовальный ОШ-600Ф3.

Технические характеристики:		Таблица 8-3
Наименование параметров		Значение
Предельные размеры обрабатываемой поверхности: диаметр x длина, мм		10...300x870
Наибольшая величина подъема шлифуемого кулачка, мм		145
Наибольшая масса устанавливаемой заготовки, кг		25
Скорость установочных перемещений, м/мин: - шлифовальной бабки (продольная, (поперечная) - механизма непрерывной правки		5 0,8
Мощность привода главного движения, кВт		15
Размеры шлифовального круга, устанавливаемого на станке: D x dx h, мм		500x203x25
Габаритные размеры станка с приставным оборудованием: длина x ширина x высота, мм		4440x3800x2460
Масса, кг		6400



Рис. 5.3 Станок круглошлифовальный ОШ-600Ф3

8. Расчет режимов резания

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1. глубина резания;
2. подача;
3. скорость резания.

Далее рассчитываются:

1. число оборотов;
2. фактическая скорость резания;
3. главная составляющая силы резания;
4. мощность резания;
5. мощность главного привода движения;
6. проверка по мощности.

Заготовительная операция 05: Отрезание **(Переход A0.1, D0.1 отрезать заготовку)**

1. Подача на зубьев по таблице: $s = 0,04 \dots 0,07 = 0,07$ мм/зуб, $Z=30$
2. Скорость резания $V = 21$ м/мин
3. Период стойкости инструмента принимаем: $T=30$ мин.
4. Минутная подача $S_m = 25$ мм/мин
5. Ширина полотна $t=3 \dots 5=5$ мм

Токарная операция 10: Точение и центровка поверхности **I. Точение поверхности (Переход A1.1)**

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = z_{1.1}^{min} = 1,42 \text{ мм} \approx 1,4 \text{ мм}$

Подача по таблице 11 [4, с.364] для данной глубины резания: $s = 0,5$ мм/об

Скорость резания определяется по формуле [4, с.363]:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} s^x} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: Определены по таблице 17 [4, с.367].

$$C_v = 290; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,35$$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv},$$

где

K_{Mv} — коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Пv}$ — коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Иv}$ — коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1, 5, 6 [4, с.358]:

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}.$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 45 берем из таблицы 2 [4, с.359]:

$$K_{\Gamma} = 0,9, n_v = 1,0;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,9 \cdot \left(\frac{750}{770} \right)^1 = 0,87$$

$$K_{Mv}=0,87; K_{Пv}=0,9; K_{Иv}=0,86.$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 0,87 \cdot 0,9 \cdot 0,86 = 0,67$$

Скорость резания, формула:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = 126 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 126}{3,14 \cdot 26} = 1543 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

Принимаем число оборотов шпинделя $1600 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$

2. Расчет силы и мощности резания

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z, P_y, P_x).

Рассчитываем главную составляющую силу P_z :

При наружном продольном точении:

$$P_z = 10 C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P, [\text{Н}],$$

где

C_P – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

K_P – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{Rp},$$

где

K_{Mp} - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания. Для стали 40Х предел прочности на растяжение $\sigma_B=650$ МПа, поэтому $K_{Mp}=0,9$ [4, с. 361];

$K_{\varphi p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане φ на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

$K_{\gamma p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

$K_{\lambda p}$ - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λ на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

K_{Rp} - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания, рассчитывается только для резцов из быстрорежущей стали;

Коэффициенты и показатели степеней, найденные в табл. 22 и 23 [2, с371-372],

вносим в табл. 1.2.

Таблица 1.2. Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84

$$P_z = 10 C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 300 \times 0,39^1 \times 0,5^{0,75} \times 126^{-0,15} \times 0,84 = 282,9 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]$$

где

P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{282.9 \cdot 126}{1020 \cdot 60} = 0.58 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.58}{0.75} = 0.77 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0.75$.

II. центровка поверхности (Переход A1.2 D1.2)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

$s=0.06$; $C_v=7$ $q=0.4$; $x=0.2$; $y=0.5$; $m=0.2$; $T=15$;

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{7 \cdot 3.15^{0.4}}{15^{0.2} \cdot 0.06^{0.5}} \cdot 0.67 = 17.6 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 17.6}{3.14 \cdot 3.15} = 1779 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

принимаем число оборотов шпинделя $1600 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$

2. Расчет крутящий момент и мощности резания

Таблица 1.2. Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_p/C_m	q	y	K_{M_p}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{R_p}	K_P
P_o	68	1	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84
M_{kp}	0.0345	2	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_o = 10 C_P \times D^q \times s^y \times K_P = 10 \times 68 \times 3.15^1 \times 0.06^{0.7} \times 0.84 = 251 \text{ Н;}$$

$$M_{KP} = 10 C_M \times D^q \times s^y \times K_P = 10 \times 0.0345 \times 3.15^1 \times 0.06^{0.7} \times 0.84 = 0.13 \text{ Н.м}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{KP} \cdot n}{9750}, [\text{кВт}]$$

$$N = \frac{0.13 \cdot 1779}{9750} = 0.02 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.02}{0,75} = 0.03 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

Токарная операция 10: точение поверхности

I. точение поверхности

(Переход А1.3)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 1,15$ мм. Подача $s = 0,5$ мм/об $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1.15^{0,15} \cdot 0.5^{0,35}} \cdot 0.67 = 114 \text{ м / мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 114}{3,14 \cdot 23.7} = 1532 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84

$$P_z = 10 C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 300 \times 0,77^1 \times 0,5^{0,75} \times 114^{-0,15} \times 0,84 = 567 \text{ Н;}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{567 \cdot 114}{1020 \cdot 60} = 1.06 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1.06}{0,75} = 1.41 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

(Переход 1.4)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 1,5$ мм. Подача $s = 0,5$ мм/об $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1.5^{0,15} \cdot 0.5^{0,35}} \cdot 0.67 = 113 \text{ м / мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 113}{3,14 \cdot 21,32} = 1688 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84

$$P_z = 10C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 300 \times 0,77^1 \times 0,5^{0,75} \times 113^{-0,15} \times 0,84 = 570 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{570 \cdot 113}{1020 \cdot 60} = 1,05 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,05}{0,75} = 1,4 \text{ кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

(Переход А1.5)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 1,25$ мм. Подача $s = 0,5$ мм/об $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1,25^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,67 = 108 \text{ м/мин}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 108}{3,14 \cdot 19,08} = 1802 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84

$$P_z = 10C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 300 \times 1,12^1 \times 0,5^{0,75} \times 108^{-0,15} \times 0,84 = 831 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{831 \cdot 108}{1020 \cdot 60} = 1.47 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1.47}{0.75} = 1.96 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0.75$.

Токарная операция 15 : точение поверхности

I. точение поверхности

(Переход А2.1)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 2.65$ мм. Подача $s = 0.4$ мм/об $C_v = 290$; $m = 0.2$; $x = 0.15$; $y = 0.35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 2.65^{0.15} \cdot 0.4^{0.35}} \cdot 0.67 = 110 \text{ м / мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 110}{3.14 \cdot 21.32} = 1643 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P
P_z	300	1	0.75	-0.15	0.9	1.0	1.0	1.0	0.93	0.84

$$P_z = 10 C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 300 \times 1.10^1 \times 0.4^{0.75} \times 109^{-0.15} \times 0.84 = 690 \text{ Н;}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{690 \cdot 110}{1020 \cdot 60} = 1.24 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1.24}{0.75} = 1.65 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0.75$.

(Переход А2.2)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 2,5$ мм. Подача $s = 0,4$ мм/об $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,67 = 109 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 109}{3,14 \cdot 16,08} = 2158 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84

$$P_z = 10 C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 300 \times 1,09^{-1} \times 0,4^{0,75} \times 109^{-0,15} \times 0,84 = 687 \text{ Н;}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{687 \cdot 109}{1020 \cdot 60} = 1,22 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,22}{0,75} = 1,63 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

(Переход А2.3)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,9$ мм. Подача $s = 0,4$ мм/об $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,9^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,67 = 120 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 24,2} = 1579 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P

P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84
-------	-----	---	------	-------	-----	-----	-----	-----	------	------

$$P_z = 10C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 300 \times 0,9^{-1} \times 0,4^{0,75} \times 120^{-0,15} \times 0,84 = 556 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{556 \cdot 120}{1020 \cdot 60} = 1,09 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,09}{0,75} = 1,45 \text{ кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

(Переход А2.4)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,85$ мм. Подача $s = 0,4$ мм/об $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,85^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,67 = 107 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 107}{3,14 \cdot 19} = 1793 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_P	x	y	n	K_{M_P}	K_{φ_P}	K_{γ_P}	K_{λ_P}	K_{R_P}	K_P
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84

$$P_z = 10C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 300 \times 1,16^{-1} \times 0,4^{0,75} \times 107^{-0,15} \times 0,84 = 862 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{862 \cdot 107}{1020 \cdot 60} = 1,51 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,51}{0,75} = 2,01 \text{ кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

(Переход А2.5)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,7$ мм. Подача $s = 0,4$ мм/об $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,7^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,67 = 108 \text{ м / мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 108}{3,14 \cdot 14,3} = 2405 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84

$$P_z = 10 C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 300 \times 1,78^{-1} \times 0,4^{0,75} \times 108^{-0,15} \times 0,84 = 1118 \text{ Н;}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{1118 \cdot 108}{1020 \cdot 60} = 1,97 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,97}{0,75} = 2,63 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

(Переход А2.6.1 А2.6.2)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,51$ мм. Подача $s = 0,4$ мм/об $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,51^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,67 = 123 \text{ м / мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 123}{3,14 \cdot 20,54} = 1907 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84

$$P_z = 10C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 300 \times 0,78^1 \times 0,4^{0,75} \times 123^{-0,15} \times 0,84 = 480 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{480 \cdot 123}{1020 \cdot 60} = 0,96 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,96}{0,75} = 1,28 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

(Переход А2.7)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,51$ мм. Подача $s = 0,4$ мм/об $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,51^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,67 = 129 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 129}{3,14 \cdot 18,54} = 2216 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_P	x	y	n	K_{Mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{Rp}	K_P
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84

$$P_z = 10C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 300 \times 0,54^1 \times 0,4^{0,75} \times 129^{-0,15} \times 0,84 = 330 \text{ Н};$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{330 \cdot 129}{1020 \cdot 60} = 0,7 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.7}{0.75} = 0.93 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

(Переход A2.8)

1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0.46$ мм. Подача $s = 0,4$ мм/об $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ $T = 60$ мин

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0.46^{0,15} \cdot 0.4^{0,35}} \cdot 0.67 = 123 \text{ м / мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 123}{3,14 \cdot 20.54} = 1907 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

2. Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компоне нта	C_P	x	y	n	K_{M_P}	K_{ϕ_P}	K_{γ_P}	K_{λ_P}	K_{R_P}	K_P
P_z	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,0	1,0	1,0	0,93	0,84

$$P_z = 10 C_P \times t^x \times s^y \times V^n \times K_P = 10 \times 300 \times 0.78^1 \times 0.4^{0,75} \times 123^{-0,15} \times 0.84 = 480 \text{ Н;}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н; V – скорость резания, м/мин.

$$N = \frac{480 \cdot 123}{1020 \cdot 60} = 0.96 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.96}{0.75} = 1.28 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

Вертикально-фрезерная операция 20

Фрезерование шпоночных пазов

I. фрезерование шпоночного паза 1

Характеристика режущего инструмента:

Шпоночная фреза $D_{\phi} = 14$ мм, $z = 16$, $B = 0,75$ мм.

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 4 \text{ мм } B = 14 \text{ мм.}$$

2. Определяем подачу на зуб фрезы:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб.}$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (20)$$

Период стойкости инструмента принимаем:

$$T=90 \text{ мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 74$; $q = 0,25$; $x = 0,3$; $m = 0,2$; $y = 0,2$; $u=0,2$; $p = 0,1$

Коэффициент K_v определяется:

$$K_{MV} = 1,25; \quad K_{PV} = 0,9; \quad K_{IV} = 1,0.$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{74 \cdot 70^{0,25}}{90^{0,2} \cdot 3,6^{0,3} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 6^{0,2} \cdot 16^{0,1}} \times 1,125 = 62 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 62}{3,14 \cdot 70} = 282 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{mp} \quad (21)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 261$; $x = 0,9$; $y = 0,8$; $u = 1,1$; $q = 1,1$; $w = 0,1$ – определены по таблице 41 [4, с.291].

По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0,3} = 1.$$

Окружная сила, формула (21):

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,06^{0,8} \cdot 6^{1,1} \cdot 16}{70^{1,1} \cdot 282^{0,1}} \times 1 = 130 \text{ Н.}$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{130 \cdot 62}{1020 \cdot 60} = 0,132 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0.132}{0.75} = 0.18 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

II. фрезерование шпоночного паза 2

Характеристика режущего инструмента:

Шпоночная фреза $D_{\text{ф}}=8 \text{ мм}$, $z = 16$, $B = 0,75 \text{ мм}$.

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 8 \text{ мм} \quad B = 4 \text{ мм.}$$

2. Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.283]:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб.}$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (20)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.290]:

$$T = 90 \text{ мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 74$; $q = 0,25$; $x = 0,3$; $m = 0,2$; $y = 0,2$; $u = 0,2$; $p = 0,1$ – определены по таблице 39 [4, с.286].

Коэффициент K_v определяется по формуле (9):

$$K_{MV} = 1,25; \quad K_{ПV} = 0,9; \quad K_{ИV} = 1,0.$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Скорость резания, формула (20):

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{74 \cdot 70^{0,25}}{90^{0,2} \cdot 3,6^{0,3} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 6^{0,2} \cdot 16^{0,1}} \times 1,125 = 62 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 62}{3,14 \cdot 70} = 282 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^w}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{\text{пр}} \quad (21)$$

Значения коэффициентов: $C_P = 261$; $x = 0,9$; $y = 0,8$; $u = 1,1$; $q = 1,1$; $w = 0,1$ – определены по таблице 41 [4, с.291].

По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{770}{750} \right)^{0,3} = 1.$$

Окружная сила, формула (21):

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{мр}} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,06^{0,8} \cdot 6^{1,1} \cdot 16}{70^{1,1} \cdot 282^{0,1}} \times 1 = 130 \text{ Н}.$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{130 \cdot 62}{1020 \cdot 60} = 0,132 \text{ кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,132}{0,75} = 0,18 \text{ кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

Круглошлифовальная операция 25

Круглошлифование поверхности

Шлифование поверхности 1

Диаметр $D=30 \text{ мм}$.

$$C_N=1,3 \quad r=0,75 \quad V=20 \quad t=0,2 \quad X=0,85 \quad Y=0,7 \quad q=0,2 \quad S=0,03 \text{ м/мин} \quad v=12,6 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 12,6}{3,14 \cdot 30} = 200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$N = C_N \cdot v^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 1,3 \cdot 30^{0,75} \cdot 0,2^{0,85} \cdot 0,03^{0,7} \cdot 30^{0,2} = 0,6 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя станка 0,6 кВт, она достаточна для выполнения операции

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,6}{0,75} = 0,8 \text{ кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

10. Расчет времени

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{p.x.} \times i}{n \times S}, \text{ мин} \quad (1.18)$$

где $L_{p.x.}$ – длина рабочего хода, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L_{p.x.} = l_p + y + y_1 \quad (1.19)$$

l_p -длина резания, равна развернутой длине обрабатываемого профиля, мм

y - величина резания

y_1 -перебег резца (1,0...2,0) мм

Вспомогательное время определяем по формуле;

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} \quad (1.20)$$

Где $T_{у.с.}$ - время на установку и снятие детали;

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали;

$T_{уп.}$ - время на управление станком;

$T_{изм.}$ - время на промер детали;

$T_{всп}$ - вспомогательное время,

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} \quad (1.21)$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер} \quad (1.22)$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} \quad (1.23)$$

Подготовительно -заключительное время определяем из таблицы [8 .стр, 215-221]

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з.}/n) \quad (1.24)$$

где n- количество деталей.

Проведем пример расчета норм времени по некоторым операциям технологического процесса, а нормы времени по всем операциям сведем в таблицу.

Заготовительная операция 05

горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway серии GA-2000
переход – А0,1 отрезать

$$t_o = \frac{l}{S_m} = \frac{26}{25} = 1.04 \text{ мин.}$$

Где - l длина рабочего хода, мм;

S_m -минутная подача, м/мин;

Ту.с.=0,2 мин Тз.о=0,4 мин Тупр.=0,24 мин Тизм.=0,14 мин

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

Твсп=0,2+0,4+0,24+0,14=0,98 мин.

По формуле (1.21) определим оперативное время;

Топер.=1.04+0,98=2.02 мин.

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

То.о= 15% × 2.02=0.3 мин

По формуле (1.24) определим штучное время;

Тшт.=1.04+0,98+0.3=2.32 мин

Подготовительно- заключительное время Тпз.= 14 мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

Тшт.к=2.32+(14 /10000)= 2.33 мин.

Токарная операция 10

переход А1.1 подрезать торец

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{неп} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(26 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 1600} = 0,04 \text{ мин.}$$

Ту.с.=0,35 мин. Тз.о=0,135 мин Тупр=0,05 мин

Тизм=0,04 мин

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

Твсп=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575мин

По формуле (1.21) определим оперативное время:

Топер=0,04+0,575=0,615 мин.

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \times 0,615 = 0,1 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,04 + 0,575 + 0,1 = 0,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,715 + (24/10000) = 0,72 \text{ мин.}$$

Центровка поверхностей

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{нода}) \cdot i}{S_m} = \frac{(26 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,06 \times 2000} = 0,23 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,15 \text{ мин.} \quad T_{з.о.} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,15 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,375 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,23 + 0,375 = 0,605 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \times 0,605 = 0,09 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,23 + 0,375 + 0,09 = 0,695 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 20 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,695 + (20/10000) = 0,7 \text{ мин.}$$

переход А1.3 подрезать торец

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{нода}) \cdot i}{S_m} = \frac{(26 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 1600} = 0,04 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о.} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,04 + 0,575 = 0,615 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \times 0,615 = 0,1 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,04 + 0,575 + 0,1 = 0,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24$ мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,715 + (24/10000) = 0,72 \text{ мин.}$$

переход А1.4 точение поверхности

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(132 + 0 + 0 + 2) \cdot 3}{0,5 \times 1532} = 0,53 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о.} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,53 + 0,575 = 1,105 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 1,105 = 0,166 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,53 + 0,575 + 0,166 = 1,27 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24$ мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,27 + (24/10000) = 1,27 \text{ мин.}$$

переход А1.5 точение поверхности

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(65,5 + 0 + 0 + 2) \cdot 3}{0,5 \times 1688} = 0,24 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о.} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,24 + 0,575 = 0,815 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 0,815 = 0,12 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,24 + 0,575 + 0,12 = 0,935 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24$ мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,935 + (24/10000) = 0,95 \text{ мин.}$$

переход А2.1 точение поверхности

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(51,6 + 0 + 0 + 2) \cdot 2}{0,5 \times 1802} = 0,12 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о.} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,12 + 0,575 = 0,695 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 0,695 = 0,1 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,12 + 0,575 + 0,1 = 0,795 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24$ мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,795 + (24/10000) = 0,8 \text{ мин.}$$

Центровка поверхностей

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(26 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,06 \times 2000} = 0,23 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,15 \text{ мин.} \quad T_{з.о.} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05 \text{ мин}$$

$$T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,15 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,375 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,23 + 0,375 = 0,605 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 0,605 = 0,09 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,23 + 0,375 + 0,09 = 0,695 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время Тп.з.=20 мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$Т_{шт.к.} = 0,695 + (20/10000) = 0,7 \text{ мин.}$$

переход А2,3 точение поверхности

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(14,7 + 0 + 0 + 2) \cdot 3}{0,4 \times 2158} = 0,06 \text{ мин.}$$

$$Т_{у.с.} = 0,35 \text{ мин. } Т_{з.о} = 0,135 \text{ мин } Т_{упр} = 0,05 \text{ мин}$$

$$Т_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$Т_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$Т_{опер} = 0,06 + 0,575 = 0,635 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$Т_{о.о.} = 15\% \times 0,635 = 0,09 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$Т_{шт.} = 0,06 + 0,575 + 0,09 = 0,725 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время Тп.з.=27 мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$Т_{шт.к.} = 0,725 + (27/10000) = 0,735 \text{ мин.}$$

переход А2,4 точение поверхности

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(65 + 0 + 0 + 2) \cdot 2}{0,4 \times 1579} = 0,21 \text{ мин.}$$

$$Т_{у.с.} = 0,35 \text{ мин. } Т_{з.о} = 0,135 \text{ мин } Т_{упр} = 0,05 \text{ мин}$$

$$Т_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$Т_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$Т_{опер} = 0,21 + 0,575 = 0,785 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$Т_{о.о.} = 15\% \times 0,785 = 0,12 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$Т_{шт.} = 0,21 + 0,575 + 0,12 = 0,905 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время Тп.з.=27 мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,905 + (27/10000) = 0,915 \text{ мин.}$$

переход А2,5 точение канавки

$$t_o = \frac{(l + l_{ер} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(3 + 0 + 0 + 2) \cdot 2}{0,4 \times 1793} = 0,01 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин} \quad T_{з.о} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр.} = 0,07 \text{ мин} \quad T_{изм.} = 0,23 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,07 + 0,23 = 0,785 \text{ мин.}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,01 + 0,785 = 0,795 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 0,795 = 0,12 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,01 + 0,785 + 0,12 = 0,915 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 27 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,915 + (27/10000) = 0,925 \text{ мин.}$$

переход А2.6.1 точение канавки

$$t_o = \frac{(l + l_{ер} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(3 + 0 + 0 + 2) \cdot 2}{0,4 \times 1793} = 0,01 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин} \quad T_{з.о} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр.} = 0,07 \text{ мин} \quad T_{изм.} = 0,23 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,07 + 0,23 = 0,785 \text{ мин.}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,01 + 0,785 = 0,795 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 0,795 = 0,12 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,01 + 0,785 + 0,12 = 0,915 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 27 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,915 + (27/10000) = 0,925 \text{ мин.}$$

переход А2.6.2 точение поверхности

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(34 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 1907} = 0,05 \text{ мин.}$$

Ту.с.=0,35 мин. Тз.о=0,135 мин Тупр=0,05 мин

Тизм=0,04 мин

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

Твсп=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575мин

По формуле (1.21) определим оперативное время:

Топер=0,05+0,575=0,625 мин.

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

То.о.=15% × 0,625=0,09мин

По формуле (1.23) определим штучное время:

Тшт.=0,05+0,575+0,09=0,715 мин.

Подготовительно- заключительное время Тп.з.=27 мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

Тшт.к. =0,715+(27/10000)=0,725 мин.

переход А2.7 точение поверхности

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(50 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 2216} = 0,12 \text{ мин.}$$

Ту.с.=0,35 мин. Тз.о=0,135 мин Тупр=0,05 мин

Тизм=0,04 мин

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

Твсп=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575мин

По формуле (1.21) определим оперативное время:

Топер=0,12+0,575=0,695 мин.

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

То.о.=15% × 0,695=0,1мин

По формуле (1.23) определим штучное время:

Тшт.=0,12+0,575+0,1=0,795 мин.

Подготовительно- заключительное время Тп.з.=27 мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

Тшт.к. =0,795+(27/10000)=0,8 мин.

переход А2.8 точение поверхности

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(60 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 1907} = 0,16 \text{ мин.}$$

Ту.с.=0,35 мин. Тз.о=0,135 мин Тупр=0,05 мин

Тизм=0,04 мин

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

Твсп=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575 мин

По формуле (1.21) определим оперативное время:

Топер=0,16+0,575=0,735 мин.

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

То.о.=15% × 0,695=0,11 мин

По формуле (1.23) определим штучное время:

Тшт.=0,16+0,575+0,11=0,875 мин.

Подготовительно- заключительное время Тп.з.=27 мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

Тшт.к. =0,875+(27/10000)=0,885 мин.

Вертикарно-фрезерная операция 20

Горизонтально-фрезерный станок 6К82Г

Фрезерование шпоночного паза 1

$$t_o = \frac{(l + l_{ep} + l_{nep} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(50 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,06 \times 282} = 3 \text{ мин.}$$

Ту.с.=0,22 мин Тзо=0,5 мин Тупр=0,2 мин Тизм=0,5 мин

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

Твсп=0,22+0,5+0,2+0,5=1,42 мин

По формуле (1.21) определим оперативное время:

Топер=3+1,42=4,42 мин.

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

Тоо =15% × 4,42= 0,67 мин.

По формуле (1.23) определим штучное время:

Тшт.=3+1,42+0,67=5,1 мин.

Подготовительно- заключительное время Тп.з.=16 мин

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время: Тшт.к=5,1+(16/10000)=5,2 мин.

фрезерование шпоночного паза 2

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(35 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,06 \times 282} = 2,2 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.}=0,22\text{мин } T_{зо}=0,5 \text{ мин } T_{упр}=0,2 \text{ мин } T_{изм}=0,5 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0,22+0,5+0,2+0,5=1,42 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер}=2,2+1,42=3,62 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{оо} = 15\% \times 3,62 = 0,5 \text{ мин.}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 2,2+1,42+0,5=4,12 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.}=16 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.}=4,12+(16/10000)=4,22 \text{ мин.}$$

Круглошлифовальная операция 25

Станок круглошлифовальный ОШ-600Ф3

Переход D_{5.1} шлифовать поверхность

$$t_o = \frac{(l + l_{сп} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(32 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,03 \times 200} = 5,7 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.}=0,3\text{мин } T_{зо}=0,24 \text{ мин } T_{упр}=0,22 \text{ мин } T_{изм}=1,2 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0,3+0,24+0,22+1,2=1,96\text{мин.}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{опер}=5,7+1,96=7,66 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.}=15\% \times 7,66 = 1,15\text{мин.}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{шт.}=5,7+1,96+1,15=8,1 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.}=12 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 8,1+(12/10000) = 8,11 \text{ мин.}$$

II. Конструкторская часть

1. Анализ исходных данных и разработка технического задания

на проектирование станочного приспособления.

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73 [10, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
<i>Наименование и область применения</i>	<i>Приспособление для установки и закрепления детали «оправка для шнеков» на горизонтально-фрезерный станке 6K82Г.</i>
<i>Основание для разработки</i>	<i>Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «оправка для шнеков».</i>
<i>Цель и назначение разработки</i>	<i>Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «оправка для шнеков» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.</i>
<i>Технические (тактико-технические) требования</i>	<i>Тип производства – среднесерийный Программа выпуска - 5000 шт. в год. Входные данные о заготовке, поступающей на фрезерную операцию: диаметр заготовки $63_{-0,74}^{+0}$ мм, длина $288,35_{-0,25}^{+0}$ мм $Ra = 6,5$ мкм.</i>
<i>Документация, подлежащая разработке</i>	<i>Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.</i>

2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (Рис. 1).

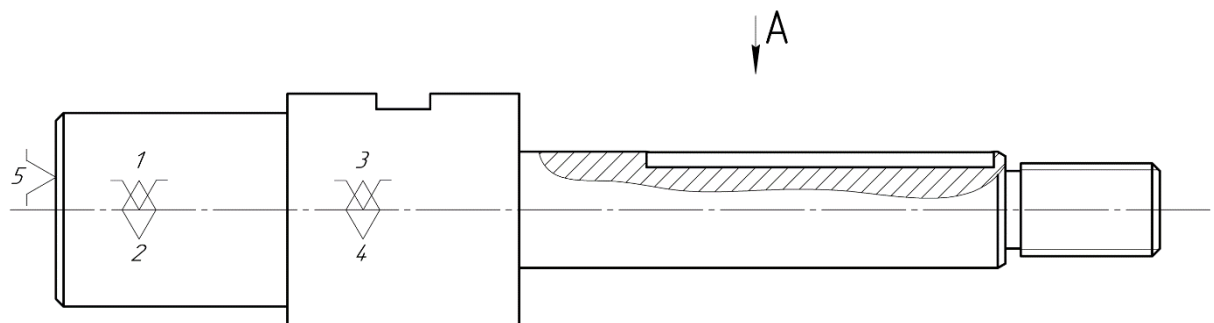


Рис. 1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

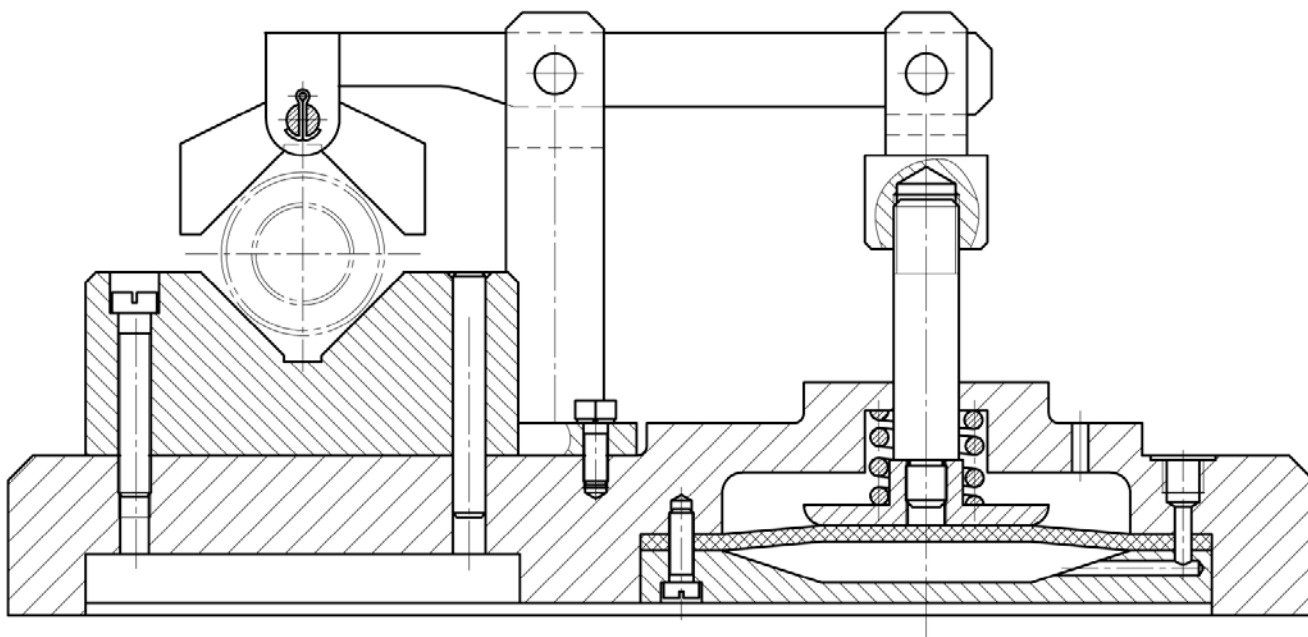


Рис. 2. Компоновка (общий вид) приспособления показан на чертеже.

3. Описание конструкции и работы приспособления.

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «Оправка для шнеков» при ее обработке на вертикально фрезерном станке.

Компоновка приспособления приведена на Рис.3. Сборочный чертеж приспособления приведен на формате А1.

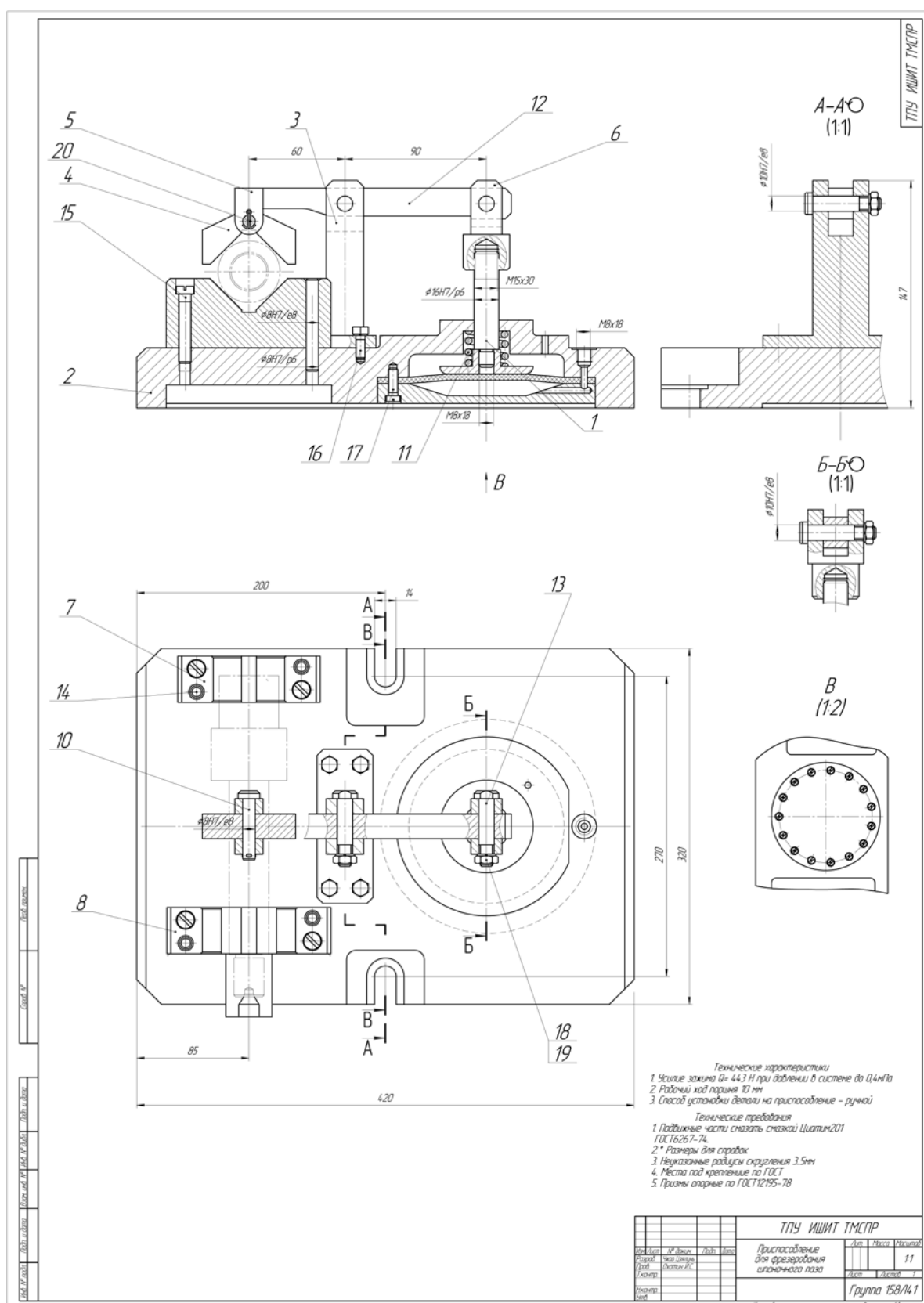


Рис. 3. Сборочный чертеж приспособления приведен на формате А1

Основой приспособления служит корпус 2 в котором крепятся остальные элементы. Закотка устанавливается на призме 7 и базируется в осевом направлении с помощью упор 8. Призматический прижим 4 служит для закрепления заготовки. Мембранный пневмопрвод 1 посредством рычага 9, установленно на кронштейне3, создает усилие закрепления заготовки. Приспособление крепится на рабочем столе станка с помощью Т-образных болтов.

4. ВЫБОР ПРИВОДА ЗАЖИМНОГО УСТРОЙСТВА И РАСЧЁТ ЕГО ПАРАМЕТРОВ.

В качестве привода зажимного устройства применяем пневмоцилиндр двустороннего действия.

Пневматические приводы предназначены для обеспечения необходимых усилий и скоростей рабочих органов, экономичности, надежности и долговечности, безопасности и быстродействия при использовании сжатого воздуха с заданными параметрами и при заданных условиях эксплуатации.

Расчет сводится к определению диаметра цилиндра при заданных усилиях на штоке и давлении воздуха.

Для поршневых пневмоцилиндров [10, с.222]:

$$Q_{расч} = 0,785(D^2 - d)^2 \cdot p \cdot \eta,$$

Где

$Q_{расч}$ – усилие на штоке;

D и d – диаметры мембраны и опорной шайбы, мм;

p – давление сжатого воздуха, Мпа;

η – коэффициент полезного действия цилиндра, $\eta = 0,85 \dots 0,90$.

Принимаем предварительно $D=100\text{мм}$, $d=35\text{мм}$ и $p=0,4\text{МПа}$. Тогда усилие зажима на штоке:

$$Q = 0,785(100^2 - 35^2) \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 2342\text{Н}$$

Усилие разжима на штоке:

$$Q_{\text{расч}} = 0,785 \cdot 100^2 \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 2669\text{Н}$$

Сила зажимающая заготовку

$$W_1 = Q / k \cdot \text{tg}(\varphi - \alpha) \cdot \eta = 2342 / 1,4 \cdot \text{tg}(22 - 8) \cdot 0,85 = 7806\text{Н}$$

Где

φ – угол трения

k – коэффициент запаса

α – угол конуса цанги

Очевидно что данного усилия хватит с избытком для надежного фиксирования детали. Окончательно принимаем диаметр поршня 100 мм.

Задачей данной работы являлась разработка и конструкторская проработка приспособления. Закрепили навыки нахождения конструктивных решений на поставленные задачи. Была проделана следующая работа: разработано техническое задание на проектирование специального станочного приспособления (таблица 2); разработана принципиальная схема и компоновка приспособления; расчет исполнительных размеров элементов приспособления; составлена расчетная схема и определена сила зажима; расчет точности приспособления.

С учетом того, что приспособление устанавливается на горизонтально-фрезерный станке 6К82Г, конструктивно проработали компоновку приспособления. Зажим осуществляем с помощью цангового зажима, имеющего пневмопривод.

III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чжао Цзялунь

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Данная научно-исследовательская работа финансируется за счет средств государственного бюджета и по характеру получаемых результатов относится к поисковым работам.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Перечень этапов, работ и распределение исполнителей, календарный план-график проведения ИШНПТ по теме.</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет материальных затрат НИИ, расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Альтернативы проведения НИ</i>
4. <i>График проведения и бюджет НИ</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баннова К.А.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чжао Цзялунь		

1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы «Разработка технологии изготовления оправки для шнеков». Валик представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали инструментальной штамповой сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Деталь имеет относительно сложную конструкцию, лучше используем станок с ЧПУ, обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым. Поверхностям. Валик служит для передачи движения и крутящего момента. Объем выпуска продукции 5000 шт в год. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО «Сибирская машиностроительная компания».

1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 1

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{Φ}	B_{K1}	B_{K2}	K_{Φ}	K_{K1}	K_{K2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	4	3	1	0,08	0,06	0,02

2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	2	2	3	0,2	0,2	0,3
3. Помехоустойчивость	0,01	2	1	1	0,02	0,01	0,01
4. Энергоэкономичность	0,02	5	3	1	0,1	0,06	0,02
5. Надежность	0,1	5	2	4	0,5	0,2	0,4
6. Уровень шума	0,02	1	1	2	0,02	0,02	0,04
7. Безопасность	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	1	1	0	0	0
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,2	4	2	2	0,8	0,4	0,4
10. Простота эксплуатации	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	3	4	3	0,3	0,4	0,3
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	3	2	1	0,06	0,04	0,02
3. Цена	0,01	3	1	2	0,03	0,01	0,02
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	2	2	0,3	0,2	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,03	4	2	2	0,12	0,06	0,06
6. Финансирование научной разработки	0,03	3	2	3	0,09	0,06	0,09
7. Срок выхода на рынок	0,01	2	2	2	0,02	0,02	0,02

8. Наличие сертификации разработки	0,03	3	4	2	0,09	0,12	0,06
Итого	1	59	44	41	3,63	2,66	2,76

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 59 \cdot 3,63 = 214,17$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 44 \cdot 2,66 = 117,04$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 41 \cdot 2,76 = 113,16$$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Данная разработка является удобной в эксплуатации, так как способа передачи движения и крутящего момента. Также деталь является надежной, так как выполнена из инструментальной штамповой стали с последующей термической обработкой. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Цена детали в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 2

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,2	80	100	0,8	0,16
2. Помехоустойчивость	0,01	20	100	0,2	0,002
3. Надежность	0,1	90	100	0,9	0,09
4. Унифицированность	0,1	80	100	0,8	0,08
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	90	100	0,9	0,09
6. Уровень шума	0,02	40	100	0,4	0,008

7. Безопасность	0,1	60	100	0,6	0,06
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	100	0,01	0
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,01	30	100	0,3	0,003
10. Простота эксплуатации	0,05	50	100	0,5	0,025
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	100	0,01	0
12. Ремонтопригодность	0,05	20	100	0,2	0,01
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,1	80	100	0,8	0,08
14. Уровень проникновения на рынок	0,01	40	100	0,4	0,004
15. Перспективность рынка	0,01	30	100	0,3	0,003
16. Цена	0,1	20	100	0,2	0,02
17. Послепродажное обслуживание	0,01	40	100	0,4	0,004
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,01	1	100	0,01	0,0001
19. Срок выхода на рынок	0,01	10	100	0,1	0,001
20. Наличие сертификации разработки	0,01	70	100	0,7	0,007
Итого	1	853		8,53	0,6471

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i = 853 \cdot 0,6471 = 552$$

где

P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 552, это говорит о безоговорочной перспективности разработки.

1.4 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того что бы найти сильные и слабые стороны, плазменного метода переработки и методов-конкурентов проведем SWOT–анализ.

Таблица 3

Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Использование современного оборудования Маленький срок поставок материалов</p> <p>С2. Использование современного оборудования</p>	<p>Сл1. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл2. Низкая уровень материалоемкости разработки</p> <p>Сл3. Отсутствие</p>

	<p>С3. Наличие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца.</p> <p>С4. Наличие новых технологий</p> <p>С5. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями</p> <p>С6. Наличие бюджетного финансирования.</p>	<p>квалифицированного персонала.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> <p>В2. Развитие технологий в данной отрасли.</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области металлообработки и улучшения технологий в данной отрасли.</p> <p>- При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.</p>	<p>- Понижение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>- Повышение уровня материалоемкости разработки</p> <p>- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на данную деталь.</p> <p>У2. Введение дополнительных государственных требований.</p>	<p>- Наличие неустойчивого спроса на рынке может ограничить развития современных технологий.</p> <p>- Введение дополнительных государственных требований может тормозить развития современного оборудования.</p>	<p>- Расширение области применения за счет развития новых технологий.</p>

Таблица 4

Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	+	+	+	+	-	-
	B2	+	+	+	+	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C1C2C3C4, B2C1C2C3C4C5.

Таблица 5

Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	+	+
	B2	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл2Сл3; B2Сл2Сл3.

Таблица 6

Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы Проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	-	-	-	-	-	-
	У2	+	-	+	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и угроз: У2С1С3.

Таблица 7

Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	-
	У2	+	-	-

2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Ранее были описаны методы, которые позволяют выявить и

предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К их числу относятся технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ. К ним можно добавить ФСА-анализ, метод Кано. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход:

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.
4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений

Таблица 8

Морфологическая матрица для детали матрице держатель

	1	2	3	4
А. Визуализация результатов	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б. Длительность расчета, мин	20	30	40	80
В. Обеспечение эксплуатационных свойств	Оценка технологичности	Анализ с помощью CAD-CAM систем	Размерный анализ	Выбор и расчет режимов резания

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

1.А1Б4В3;

Первый вариант показывает, что результаты будут представлены в виде графиков, что позволит визуальнo оценить результаты. Работа с

графиками трудоемкий процесс и требует временных затрат, опытным путем установлено, что требуется 80 мин, на выполнение данной работы. Таким способом проверяют правильность размерного анализа, а именно сроят граф-дерево.

2.A4B3B1;

Во втором варианте говорится о текстовой информации. Такой вид визуализации подходит для теоретической части, в которой производится качественная оценка технологичности изделия. В данном виде работы не требуются расчеты, указываются характеристики изделия в текстовом виде и дается оценка. В среднем требуется около 50 минут.

3.A2B3B4;

Формулы применяются при расчетах. В данном случае производится расчет режимов резания, также опытным путем установлено, что длительность расчета 40 мин.

4.A3B1B2.

В настоящее время большой популярностью пользуются CAD-CAM системы. Действительно прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляется все больше новых программ позволяющих, не прилагая больших усилий, проверить 3D – модель детали на обеспечение эксплуатационных свойств. Для получения результата была построена 3D – модель и указана числовая информация, в следствии чего программа выдала результаты анализа.

3. Планирование научно-исследовательских работ

3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составим список этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по категориям работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 9.

Таблица 9

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	$t_{\text{ож}} i$	T_{pi}
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	4	8	5,6	2,8
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	10	20	14	7
	3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	15	20	17	17
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	2	4	2,8	1,4

	5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	1	2	1,4	1,4
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	10	20	14	14
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	8	16	11,2	11,2
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	8	16	11,2	5,6
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	6	12	8,4	8,4
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	7	14	9,8	9,8
<i>Проведение ОКР</i>							
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	6	12	8,4	4,2
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент-дипломник	4	8	5,6	2,8
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Студент-дипломник	5	10	7	7

	15	Лабораторные испытания макета	Студент-дипломник	2	4	2,8	2,8
Оформление отчета, по НИР (комплекта документации по ОКР)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	2	4	2,8	2,8
	17	Оформление патента	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	18	Размещение рекламы	Студент-дипломник	4	8	5,6	5,6

3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожи}$ используется следующая формула:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{min i} + 2t_{max i}}{5}$$

Где $t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;
 $t_{min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной

i-ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i}$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{Ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

где T_{Ki} – продолжительность выполнения *i*-й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения *i*-й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

где: $T_{\text{кал}}=366$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}=104$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}=14$ – количество праздничных дней в году.

Зная количество календарных дней в году, выходных дней в году, праздничных дней в году рассчитаем коэффициент календарности по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{336}{336 - 104 - 14} = 1,54$$

После заполнения Таблицы 10 строим календарный план-график (см. Таблицу 11).

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 11

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t_{ki}	Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	5														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы,	11														

		Студент-дипломник																	
3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	27																
4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	3																
5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	3																
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	22																
7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	18																
8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	9																
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	13																
10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	16																
11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель, Студент-дипломник	8																
12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	7																
13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого	Руководитель, Студент-дипломник	5																

	изделия																	
14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Студент-дипломник	11															
15	Лабораторные испытания макета	Студент-дипломник	5															
16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	5															
17	Оформление патента	Руководитель, Студент-дипломник	8															
18	Размещение рекламы	Студент-дипломник	9															

Необходимо построить диаграмму Ганта.

Календарный план-график проведения НИОКР по теме.



Руководитель

Студент-дипломник



3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.
-

3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расхi}$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 12.

Таблица 12

Материальные затраты

Материалы	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Пруток	шт	1000	100	100000
Итого	100000			

3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Таблица 12

Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1

1	Горизонтальный токарно-револьверный станок Goodway серии GA-2000	1	3470	3470
2	Горизонтально-фрезерный станок 6K82Г	1	350	350
3	Станок круглошлифовальный ОШ-600ФЗ	1	1319	1319
				Итого: 5829000 руб.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

Срок станка, год :10.

Мы работаем за 3 месяца, то есть: $\frac{5829000}{10 \times 12} \times 3 = 1457250$ руб.

3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Зарботная плата работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата; $З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{зд} \cdot Т_p$$

где

$З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; $Т_p$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8); $З_{зд}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot М}{F_{\text{д}}}$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $М = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $М = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 13).

Таблица 13

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	200	200

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 14.

Таблица 14

Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб.дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	33664	0,3	0,2	1,3	65644,8	3413, 5	57,8	197300,3
Студент	48000	0,3	0,2	1,3	93600	4867, 2	95,4	464330,88
Итого $Z_{\text{осн}}$								661631,18

по рабочим дням, надо оплатить 661631,18 руб

3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 15).

Таблица 15

Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды
Руководитель	197300,3	53468,38
Студент	464330,88	125833,7
Итого		179302,08

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды всего 179302,08руб.

3.4.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. В нашем случае подсчитаем затраты электроэнергии.

Одноставочный тариф на электроэнергию 3,10 руб. за 1 кВт/час.

Таблица 16

Затраты на электроэнергию

№	Наименование оборудования	Мощность, кВт/час	Время эксплуатации, час	Расход электроэнергии, руб.
1	Компьютер	1	1700	5270
Итого				5270

3.4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 17.

Таблица 17

Расчет бюджета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИР	60000	Пункт 3.4.1
2. Расчет амортизации	5829000	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	661631,18	Пункт 3.4.3

4. Отчисления во внебюджетные фонды	179302,08	Пункт 3.4.4
5. Накладные расходы	5270	Пункт 3.4.5
Бюджет затрат НИР	1489103,26	Сумма ст.1-5

4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурс эффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1489103,26}{1800000} = 0,827$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурс эффективности вариантов

исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурс эффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 18).

Таблица 18

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/ критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,2	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4
3. Помехоустойчивость	0,1	2
4. Энергосбережение	0,25	3
5. Надежность	0,1	4
6. Материалоемкость	0,2	2
Итого	1	3,35

$$I_{p-исп1} = 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 2 + 0,25 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 2 = 3,35$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по

формуле:

$$I_{\text{исп1}} = \frac{I_{p-\text{исп1}}}{I_{\text{исп1}}^{\text{финр}}} = \frac{3,35}{0,827} = 4,05$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}} = \frac{4,05}{5,3} = 0,764$$

Таблица 19

Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,827
2	Интегральный показатель ресурс эффективности разработки	3,35
3	Интегральный показатель эффективности	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,764

Из значений интегральных показателей эффективности позволяет выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Заключение

Так как с каждым годом появляется многочисленное количество конкурентоспособных предприятий, необходимо создавать продукцию, удовлетворяющую нормам и требованиям потребителей, а также отвечающую стандартам качества. Для этого производится ряд процедур,

на основе которых выявляется эффективность исследования разработки. Будет ли она востребована на рынке, проверяется целесообразность использования сырья и дорогостоящего оборудования.

В ходе работы дали оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения.

Произвели анализ конкурентных технических решений. Составили таблицу «Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений». Выяснили, что разработка конкурентоспособна и перспективна. Составили матрицу SWOT, описали сильные и слабые стороны разработки. Представили четыре варианта решения технической задачи. Определили возможные альтернативы проведения научных исследований. В таблице «Перечень этапов, работ и распределение исполнителей» оговорили основные этапы и указали содержание работ на каждом этапе.

Определили трудоемкость выполнения работ. Разработали график проведения научного исследования, в котором показали трудоемкость работ исполнителей, на основе которой построили календарный план-график. Рассчитали материальные затраты НТИ, рассчитали затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. Далее произвели расчет основной заработной платы, составили таблицу «Баланс рабочего времени», также рассчитали сумму, которую необходимо перечислять во внебюджетные фонды. Учитывая процент выплат – 30,2%, выплата составит 117355 руб.

Рассчитали накладные расходы, сформировали бюджет затрат научно-исследовательского проекта, который составил 547551 руб. На основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования определили эффективность исследования.

IV. Социальная ответственность

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чжао Цзялунь

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Объектом исследования является участок цеха, а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

*1. Производственная безопасность
1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:*

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)
- 1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности*
- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

*Оценка рабочего места на наличие вредных факторов.
Действие фактора на организм человека.
Приведение допустимых норм с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ.
Предлагаемые методы снижения воздействия вредных факторов.
Оценка помещения по электробезопасности.
Меры по защите от поражения.*

2. Экологическая безопасность:

- защита селитебной зоны
- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.

Анализ возможного загрязнения окружающей среды.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

- перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;
- выбор наиболее типичной ЧС;
- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;

*Оценка пожарной опасности помещения.
План эвакуации.*

– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Перечень основных нормативных актов, содержащих требования по охране труда.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	<p>1) Пути эвакуации</p> <p>2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	ШтейнлеА.В.	К.М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чжао Цзялунь		

ВВЕДЕНИЕ

Задачей данного раздела является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда инженера-технолога, и разработка мер защиты от них, оценка условий труда микроклимата рабочей среды. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Безопасность жизнедеятельности человека определяется характером труда, его организацией, взаимоотношениями, существующими в трудовых коллективах, организацией рабочих мест, наличием опасных и вредных факторов в среде обитания, таких как свет, звук, излучения, природные явления

При определенной величине факторы могут причинить ущерб здоровью, т. е. быть причиной заболеваний и травм различной тяжести.

Длительная работа на компьютере может отрицательно воздействовать на здоровье человека. Монитор персонального компьютера, является источником электростатического поля; слабых электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном диапазонах (2 Гц...400 кГц); рентгеновского излучения; ультрафиолетового излучения; инфракрасного излучения; излучения видимого диапазона.

1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

1.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

Фактор, воздействие которого на работающего человека в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, является опасным. Если же производственный фактор приводит к заболеванию или снижению трудоспособности, то его считают вредным. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на физические, химические, биологические, психофизические. [ГОСТ 12.0.003-74]:

Так как на состояние здоровья технологов биологические и химические факторы существенного влияния не оказывают, то мы будем рассматривать лишь две группы факторов.

Физические факторы:

- температура и влажность воздуха;
- механические;
- шум;
- статическое электричество;
- электромагнитное поле (ЭМП) низкой частоты;
- освещенность;
- ионизирующее излучение.

К вредным психофизическим и опасным факторам относятся:

- физические (статические, динамические);
- нервно – психические перегрузки (умственное перенапряжение, утомление, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Основными опасным фактором являются:

- опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;
- подверженность влиянию шума, вибраций, связи с наличием обрабатывающего оборудования (станков), которые создают повышенный уровень вибраций и шума;
- механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а также подъемно-транспортных устройств.

Таблица 1.1.

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Составление технологического процесса.	Психофизиологические (эмоциональные стрессы)		
Составление технологического процесса.	Физические (превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений, недостаточная освещенность рабочей зоны).	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96
Контроль выполнения работ по ТП	Физические (превышение уровня шума и вибраций).	Физические опасные (Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные))	ГОСТ 12.1.003–83, ГОСТ 12.1.012–90

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих,

способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Основной задачей светотехнических расчётов для искусственного освещения является определение требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещённости.

Выбор светильников

Для общего освещения, как правило, применяются газоразрядные лампы как энергетически более экономичные и обладающие большим сроком службы. Наиболее распространёнными являются люминесцентные лампы. Которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ: по спектральному составу они близки к дневному, естественному свету; обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания); обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания); более длительный срок службы [ГОСТ 6825-91].

Освещённость рабочего стола должна быть не менее 300÷500 лк [по СанПиН 23-05-95], что может достигаться установкой местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране, для этого необходимо ограничить отражённую блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счёт правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м². Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

Рассчитаем искусственное освещение в помещении.

Проектирование искусственного освещения рабочего места будет сводиться к следующему:

- выбор системы освещения,
- определение необходимого числа светильников
- определение типа и размещения светильников.

Размещение светильников

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами, м:

H – высота помещения = 4;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес) = 0,5;

$h_n = H - h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса = 3,5;

h_p – высота рабочей поверхности над полом = 0,8;

$h = h_n - h_p$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью = 3,5-0,8 =

2,7

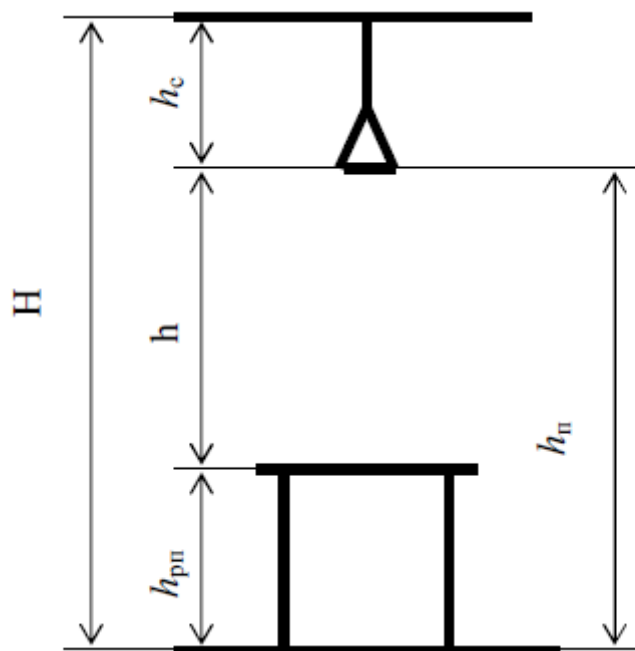


Рис. 1.1.1. Основные расчетные параметры

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Приняв величину свеса светильника $h=2,7$ м и $\lambda=1,4$ (для ОД), определим расстояние между светильниками L :

$$L = \lambda \cdot h = 2,7 \cdot 1,4 = 3,78 \text{ м}$$

Необходимо изобразить в масштабе в соответствии с исходными данными план помещения, указать на нём расположение светильников и определить их число.

Расстояние I от крайних светильников или рядов до стены:

$$L/3 = 3,78/3 = 1,26 \text{ м}$$

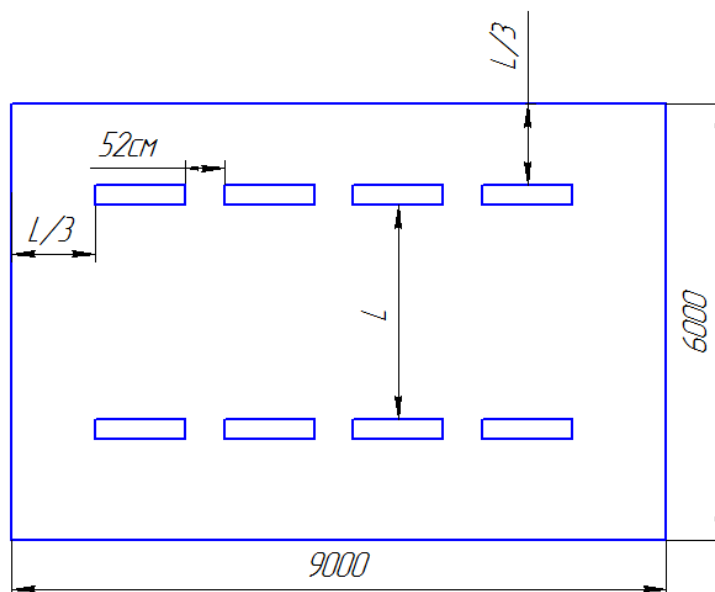


Рис. 1.1.2. План размещения светильников

Размещаем светильники в два ряда. В одном ряду можно установить 4 светильника типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составит 52 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения в нем светильников (рис.2). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $n = 8 \cdot 1 \cdot 2 = 16$ ламп.

Индекс помещения определяется по формуле
$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}.$$

$$i = \frac{6 \cdot 9}{2,7 \cdot (6 + 9)} = \frac{54}{40,5} = 1,3$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока: $\eta = 0,53$.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\hat{O} = \frac{E_t \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \eta}, \text{ где:}$$

E_t – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95,лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_z – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), (наличие в атмосфере цеха дыма, пыли);

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{cp.} / E_{min.}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

n – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока (Определяем по таблице [5])

Определим потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 54 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{16 \cdot 0,54} = \frac{24255}{5,76} \approx 3094 \text{ Лм}$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по таблице [5] выбирается стандартная ближайшая лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток светильника выходит за пределы диапазона (-10 ÷ +20%), то корректируется число светильников n либо высота подвеса светильников.

Выбираем стандартную ближайшую лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{2850 - 3094}{3094} \cdot 100\% \leq +20\%$$

Получаем

$$-10\% \leq -8,5\% \leq +20\%$$

Необходимый поток светильника не выходит за пределы диапазона (-10 ÷ +20%), то корректировать число светильников n либо высоту подвеса светильников нет необходимости.

Определим электрическую мощность осветительной установки:

$$P = \omega \cdot S = 40 \cdot 54 = 2160 \text{ Вт.}$$

Тогда мощность каждой лампы:

$$P_{л} = P / n = 2160 / 16 = 135 \text{ Вт.}$$

Определим электрическую мощность осветительной установки

$$P = 16 \cdot 40 = 640 \text{ Вт.}$$

1.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих

Меры защиты от опасных и вредных факторов производства делятся на технические и организационные.

1. При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- согласно СанПиН 2.2.2.542-96 для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;
- должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

В кабинете мониторы расположены по периметру задней поверхностью к стенам, все мониторы расположены на отдельных столах. Поэтому можно считать, что расположение компьютеров удовлетворяет требованиям СанПиН.

Для мониторов рекомендуется следующее дооснащение:

- Защитный фильтр для экрана, ослабляющий переменное электрическое и электростатическое поля;
- Для одиночных ПЭВМ или их однорядном расположении – специальное защитное покрытие на переднюю панель и боковые стенки;
- При многорядном расположении ПЭВМ, если соседние рабочие места располагаются близко друг к другу (на расстоянии 1,2...2,5 м) – защитное покрытие задней и боковых стенок, монтирование специальных экранирующих панелей с задней и боковых сторон монитора, установка перегородок между различными пользователями.

Разработана технология защиты от электростатических, переменных электрической и магнитной составляющих ЭМИ путем населения электропроводных покрытий на внутреннюю поверхность корпуса монитора и его заземления, встраивания в дисплей оптического защитного фильтра, защищающего от излучений со стороны экрана.

2. Мероприятия по снижению шума:

- применение звукоизоляции
- использование материалов, имеющих хорошие звукопоглощающие свойства
- ежедневное проветривание помещения

3. Мероприятия по обеспечению электробезопасности:

- зануление корпусов всех установок через нулевой провод;
- покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией;
- организация безопасной эксплуатации оборудования;
- недоступность токоведущих частей.

4. Мероприятия по организации рабочих мест:

- Вместо канцелярских столов необходим специальный стол с опорой для левой руки, с местом для размещения текстов программ, с регулируемыми по высоте клавиатурой и дисплеем;

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования: высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680-800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм. Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм по ГОСТу 12.2.033-78 ССБТ [6];

- Вместо бытового стула – мягкое кресло с удобной опорой для поясницы, мягким сиденьем и спинкой, с регулировкой сиденья по высоте, в соответствии с СанПиН 2.2.2. 542-96;

5. Мероприятия по снижению нервно – психологического напряжения и уменьшению его вредного влияния (СанПиН 2.2.2. 542-96):

- установление рационального режима труда и отдыха;
- организация отдыха в процессе работы;
- профессиональный набор.

6. Мероприятия по предотвращению производственного травматизма:

- вводный инструктаж, который проводится перед началом работы по теме;
- обеспечение спецодеждой (халатом);
- медосмотр, проводимый перед поступлением на работу и каждый последующий год.

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Под охраной окружающей среды понимают совокупность технических и организационных мероприятий, позволяющих свести к минимуму или в идеальном случае совершенно исключить выбросы в биосферу материальных и энергетических загрязнений. Учитывая стремительное развитие научно-технического прогресса, перед человечеством встала сложная задача – охрана важнейших составляющих окружающей среды (земля, вода, воздух), подверженных сильнейшему загрязнению техногенными отходами и выбросами, что приводит к окислению почвы и воды, разрушению озонового слоя земли и климатическим изменениям. Промышленная политика всего мира привела к таким необратимым и существенным изменениям в окружающей среде, что этот вопрос (охрана окружающей среды на предприятии) стал общемировой проблемой и принудил государственные аппараты разработать долгосрочную экологическую политику по созданию внутригосударственного контроля за ПДВ.

Основными источниками загрязнения атмосферы на предприятии являются сталеплавильные и чугуноплавильные агрегаты мартеновских, электроплавильных, конверторных и литейных цехов, а также топочные устройства печей и котельных всех назначений [5].

В литейном производстве воздух загрязняется пылью, окисью углерода, Много пыли образуется при работе землеподготовительного отделения, а также при транспортировке формовочной земли, заполнении землей опок и т.д.

Разнообразными, в том числе вредными для здоровья человека загрязнениями сопровождаются процессы пайки и сварки.

При работе металлорежущего оборудования с применением смазочно-охлаждающих жидкостей (эмульсий, масел) воздух загрязняется аэрозолями этих веществ. При обработке заготовок абразивным инструментом выделяется абразивная пыль.

Основные технологические процессы в машиностроении характеризуются довольно значительными шумом и вибрациями. Наиболее интенсивны шум и вибрации при работе технологического оборудования кузнечнопрессовых и штамповочных молотов и прессов.

Защита от вредных выбросов

Для защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий можно применять следующие меры:

1. полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам;
2. совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду;
3. экологическая экспертиза всех видов производств и промышленной продукции;
4. замена токсичных отходов на нетоксичные;
5. замена не утилизируемых отходов на утилизируемые;
6. последствия промышленного загрязнения окружающее среды.

Защита от шума

Шум в окружающей среде создается одиночными или комплексными источниками, находящимися снаружи или внутри здания. [4].

Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность [СанПин 2.2.2. 542-96]. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха [8].

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

1. уменьшение шума в источнике;
2. изменение направленности излучения;
3. рациональная планировка предприятий и цехов;
4. акустическая обработка помещений;
5. уменьшение шума на пути его распространения.

Защита от электромагнитных полей

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови.

Защита от электропоражения

Инженер–технолог работает с электроприборами: компьютером (дисплей, процессор, клавиатура) и принтером. В данном случае существует опасность электропоражения:

- при прикосновении к токопроводящим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ);
- при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. По "Межотраслевым правилам по охране труда" все помещения делятся на:

- помещения с повышенной опасностью;
- особо опасные помещения;
- помещения без повышенной опасности.

По опасности кабинет инженера-технолога относится к помещениям без повышенной опасности, т.е. не характеризуется наличием повышенной влажности (относительная влажность не превышает 75%), высокой температуры (более 35⁰С), токопроводящих пыли и пола.

В лаборатории используются приборы, потребляющие напряжение 220В переменного тока с частотой 50Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо не делая никаких самостоятельных исправлений сообщить ответственному за оборудование;
- запрещается загромождать рабочее место лишними предметами. При возникновении несчастного случая следует немедленно освободить пострадавшего от действия электрического тока и, вызвав врача, оказать ему необходимую помощь.

Для защиты от поражения электрическим током все токоведущие части должны быть защищены от случайных прикосновений кожухами (ПУЭ 1.1.32), корпус устройства должен быть заземлен. Заземление выполняется изолированным медным проводом сечением 1.5 мм² (ПУЭ 1.7.78), который присоединяется к общей шине заземления с общим сечением 54 мм² при помощи сварки. Общая шина присоединяется к заземлению, сопротивление которого не должно превышать 4 Ом (ПУЭ 1.7.65). Питание устройства должно осуществляться от силового щита через автоматический предохранитель, который срабатывает при коротком замыкании нагрузки.

Для снижения величин возникающих разрядов целесообразно применение покрытия из антистатического материала. К организационно – техническим мероприятиям относится инструктаж по технике безопасности.

3. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

3.1 Пожарная и взрывная безопасность

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются пожар или взрыв на рабочем месте. Пожарная опасность - возможность возникновения и (или) развития пожара, заключенная в каком-либо веществе, состоянии или процессе. ГОСТ 12.1.033-81.

Определяем категорию помещения по пожароопасности по НПБ 105-03. В данном случае помещение относится к категории Д - производства, связанного с обработкой негорючих веществ и материалов в холодном состоянии [4].

Причиной возгорания могут быть следующие факторы:

- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электrorаспределительных щитов;

- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;

- возгорание устройств искусственного освещения
- возгорание токсичных продуктов горения и термического разложения

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- предотвращение пожаров;
- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Основными причинами пожаров на производстве являются нарушение технологического режима работы оборудования, неисправность электрооборудования, плохая подготовка оборудования к ремонту, самовозгорание различных материалов и др. В соответствии с нормативными документами (ГОСТ 12.1.044-84 «Пожарная безопасность» и ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность».

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия [ГОСТ 12.1.004]:

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию. Рабочие места размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами составляет более 4,07 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 1 м, что соответствует нормам, а поэтому дополнительных мер защиты не требуется;

- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников;
- иметь в помещениях и строениях, находящихся в их собственности (пользовании), первичные средства тушения пожаров и противопожарный инвентарь в соответствии с правилами пожарной безопасности и перечнями, утвержденными соответствующими органами местного самоуправления.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В кабинете имеется порошковый огнетушитель типа ОП–5 и находится пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;

- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Так же необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м. План эвакуации приведен на рисунке 3.

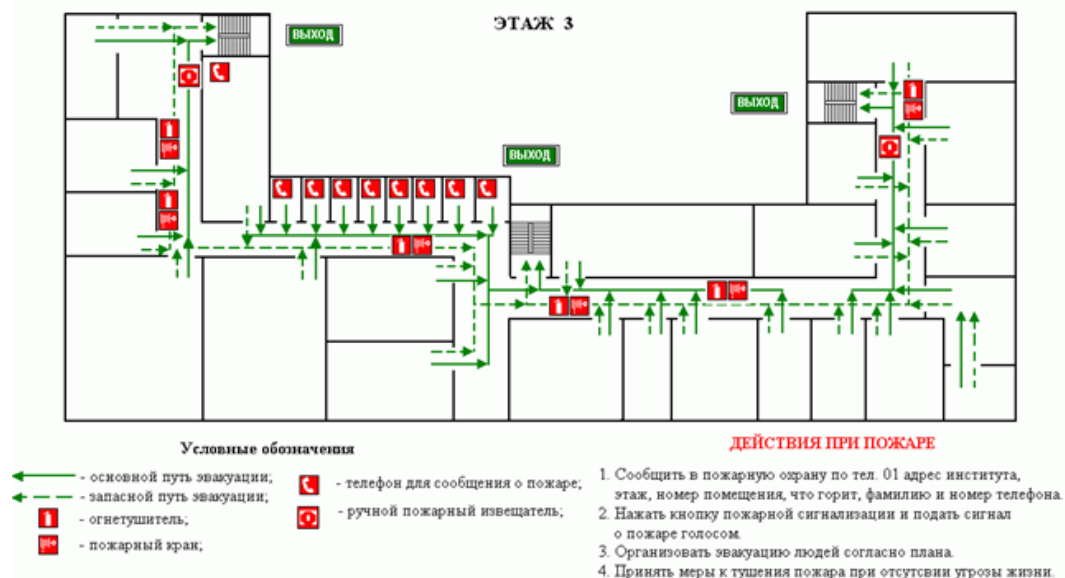


Рис. 3.1.1. – План эвакуации из технологического бюро.

3.2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и социального характера

В последние годы человечество испытывает большие неудобства и беды от многочисленных природных катастроф - наводнений и паводков, ураганных ветров и обильных ливней, устрашающих оползней и схода снежных лавин и ледников. Чрезвычайные природные ситуации периодически возникают и на территории Томской области. Интенсивные ливни, сильные морозы, продолжительные снегопады, поздние весенние и ранние осенние заморозки - вот неполный перечень особо опасных природных явлений, которые почти ежегодно встречаются в разных районах нашей области.

Природная чрезвычайная ситуация — обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате источника чрезвычайной ситуации, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Ряд опасных природных явлений происходит в определенные сезоны года. Например, наводнения – весной, снегопады – зимой. Однако в пределах сезона они наступают в случайный момент времени, предсказать который не всегда возможно.

Чрезвычайные ситуации природного характера:

- **геофизические опасные явления** — землетрясения, вулканы и т.д.

- **геологические опасные явления** — пыльные бури, оползни, сели, обвалы и т.д.
- **метеорологические опасные явления** — бури, ураганы, смерчи, ливни, снежные заносы, заморозки и т.д.
- **гидрологические опасные явления** — наводнения, паводки, половодья и т.д.
- **морские гидрологические опасные явления** — штормы, тайфуны, цунами и т.д.
- **гидрогеологические опасные явления** — опасно высокие уровни грунтовых вод и т.д.
- **природные пожары** — лесные, торфяные, степные, хлебные и т.д.

В качестве организационных мероприятий, проводимых с целью защиты населения от чрезвычайных ситуаций, производятся:

1. Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия;
2. Планы эвакуации рабочих;
3. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС;
4. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;
5. Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС;
6. Наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о ЧС.

К инженерно-техническим мерам защиты от ЧС относят:

1. Проектирование, размещение, строительство и эксплуатация объектов инфраструктуры, в том числе и потенциально опасных;
2. Инженерное обеспечение защиты населения – строительство защитных сооружений (средств коллективной защиты);
3. Инженерное оборудование территории региона с учёта характера воздействия прогнозируемых ЧС;
4. Создание санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов.

В качестве мер, предусматривающих защиту от названных ЧС, следует отметить:

- повышение прочности конструкции зданий;
- создание развитой системы вентиляции;
- проведение мед. осмотров;
- утепление помещений;
- проведение инструктажей ТБ.

Так же существуют и социальные чрезвычайные ситуации, связанные с противоречиями в общественных отношениях. Анализ происходящих в последнее время ЧС свидетельствует, что в 75–80 % случаев их возникновение связано с деятельностью человека и обусловлено причинами социального характера.

К чрезвычайным ситуациям социального характера относятся:

- войны;
- локальные и региональные конфликты
- голод;
- крупные забастовки;
- массовые беспорядки, погромы, поджоги и др.

ЧС одного типа могут вызывать, в свою очередь, ЧС других типов.

ЧС любого типа в своем развитии проходят четыре типовые стадии (фазы).

- Первая — стадия накопления отклонений от нормального состояния или процесса. Иными словами, это стадия зарождения ЧС, которая может длиться сутки, месяцы, иногда — годы и десятилетия.

- Вторая — инициирование чрезвычайного события, лежащего в основе ЧС.

- Третья — процесс чрезвычайного события, во время которого происходит высвобождение факторов риска (энергии или вещества), оказывающих неблагоприятное воздействие на население, объекты и окружающую среду.

- Четвёртая — стадия затухания, которая хронологически охватывает период от перекрытия (ограничения) источника опасности — локализации чрезвычайной ситуации, до полной ликвидации её прямых и косвенных последствий, включая всю цепочку вторичных, третичных и т. д. последствий. Эта фаза при некоторых ЧС может по времени начинаться ещё до завершения третьей фазы. Продолжительность этой стадии может составлять годы, а то и десятилетия.

Таблица 3.2.1.

Предельно критические значения показателей безопасности государства

№ п/п	Название показателя	Предельно критическое значение в мировой практике	Вероятные социально- политические, экономические и военные последствия (опасности) отставания
1	2	3	4
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СФЕРА			
1	Объем валового внутреннего продукта (ВВП) на душу насе- ления от среднемирового уровня	100%	Социально-политическое, экономическое и военное отставание от развитых и среднеразвитых государств

1	2	3	4
2	Доля в промышленном производстве: ■ обрабатывающей промышленности ■ машиностроения	70% 20%	Деиндустриализация страны, развал военно-промышленного комплекса
3	Объем инвестиций, в % к ВВП	25%	Свертывание производства
4	Доля новых видов продукции в объеме выпуска продукции	6%	Утрата высоких технологий, рынков сбыта и снижение обороноспособности страны
5	Уровень инфляции за год	20%	Неуверенность населения в будущем, кризис экономики
6	Объем внешнего долга в % к ВВП	25%	Экономическое закабаление страны, потеря самостоятельности государства
7	Дефицит бюджета в % к ВВП	5%	Усиление инфляции
8	Объем иностранной валюты в наличной форме к объему наличной национальной валюты	25%	Подрыв доверия к национальной валюте, финансовая зависимость
9	Денежная масса в % к ВВП	50%	Недостаток оборотных средств, спад производства
10	Доля импорта во внутреннем потреблении: ■ всего ■ продовольствия	30% 25%	Экономическая, социально-политическая и военная зависимость страны, угроза голода
11	Дифференциация субъектов государства по прожиточному минимуму	1,5 раза	Возникновение военных конфликтов между субъектами государства
12	Уровень падения промышленного производства	30—40%	Деиндустриализация экономики
13	Доля в экспорте продукции обрабатывающей промышленности	40%	Колониально-сырьевая структура экономики
14	Доля в экспорте высокотехнологичной продукции	10—15%	Технологическое отставание экономики
15	Доля государственных ассигнований на науку в % к ВВП	2%	Разрушение интеллектуального потенциала

1	2	3	4
СОЦИАЛЬНАЯ СФЕРА			
16	Соотношение доходов 10% самых богатых и 10% самых бедных групп населения	10 : 1	Резкое противопоставление людей по имущественному и социальному цензу
17	Доля населения, живущего на пороге бедности	10%	Люмпенизация значительной части населения
18	Соотношение минимальной и средней заработной платы	1 : 3	Деквалификация и пауперизация рабочей силы
19	Уровень безработицы	8—10%	Рост социально обездоленных категорий населения
ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СФЕРА			
20	Суммарный коэффициент рождаемости	2,15	Отсутствие простого замещения поколений
21	Средняя ожидаемая продолжительность жизни	75 лет	Ухудшение здоровья и условий жизни населения
22	Коэффициент старения населения (доля лиц старше 65 лет)	7%	Старение населения
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СФЕРА			
23	Суммарные поступления от экологических платежей в % к ВВП	5%	Низкий уровень экологического контроля
24	Экологические потери в % к ВВП	5%	Возникновение опасной для жизни экологической среды
25	Предохранительные затраты на экологию в % к ВВП	5%	Экстенсивный характер деградации экологии
ДЕВИАНТНОЕ ПОВЕДЕНИЕ			
26	Уровень преступности (количество преступлений на 100 тыс. человек)	5—6 тыс.	Криминализация общественных отношений
27	Уровень потребления алкоголя на человека в год	8 л	Физическая деградация сознания
1	2	3	4
28	Число суицидов на 100 тыс. человек	3	Массовая фрустрация сознания населения
29	Уровень распространения психической патологии на 1000 человек	300	Психическая деградация населения
ПОЛИТИЧЕСКАЯ СФЕРА			
30	Доля граждан, выступающих за кардинальное изменение политической системы	40%	Делегитимизация власти, противопоставление государственной власти и человека
31	Уровень доверия населения к центральным органам власти	20—25%	Отчуждение власти от народа, пассивность, безразличие, чувство безысходности

Безопасность социума представляет собой, во-первых, отсутствие опасностей и угроз в пределах некоторого приемлемого для общества риска, во-вторых, достаточную степень его устойчивости к ним, т. е. наличие определенного иммунитета, и, в-третьих, способность и

готовность защищаться от этих опасностей и угроз, устранять их, восстанавливать состояние благополучия. В связи с этим для повышения уровня безопасности в социальной сфере необходимо обеспечить:

- совершенствование социальной системы и ее объектов (структур, институтов, организаций, отношений между ними, политики и т. п.);
- подготовку персонала, способного эффективно и целенаправленно работать над решением этой задачи;
- способность и готовность социальных структур и персонала к ликвидации последствий ЧС.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032 – 92.

1) рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;

2) рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте;

3) рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

Рекомендуются следующие цвета окраски помещений (СН 181 –70):

- потолок – белый или светлый цветной;
- стены – сплошные, светло-голубые;
- пол – темно-серый, темно-красный или коричневый.

Применение указанной палитры цветов обусловлено ее успокаивающим воздействием на психику человека, способствующим уменьшению зрительного утомления.

Согласно СН 245 – 71 объем помещений должен быть таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее 15 м³ свободного пространства и не менее 4.5 м³ площади.

Среди технических требований к рабочему месту инженера особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Поэтому необходимо обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения.

Нормы естественного освещения установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год. Учитывая, что солнечный свет оказывает

благоприятное воздействие на организм человека, необходимо максимально продолжительно использовать естественное освещение.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места по СНиП 11-4-79 должна быть 200 лк – общая освещенность и 300 лк – комбинированное освещение.

Ввиду важности данной проблемы для научной деятельности проведем расчет освещения исследовательской лаборатории.

В связи с тем, что проведение экспериментов занимает длительное время, работать в помещении лаборатории приходится как в светлое, так и в темное время суток, что неизбежно обуславливает необходимость использования искусственного освещения.

Освещение, правильно спроектированное и выполненное, предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выполняемой работы на рабочем месте.

5.4.1 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Для обеспечения требований промышленной безопасности при проведении исследований органами государственного и ведомственного надзора были разработаны и утверждены правила безопасности при проведении отдельных видов работ или эксплуатации промышленного оборудования.

В процессе производственной деятельности работодатель обязан обеспечить выполнение установленных законодательством условий безопасности, в том числе:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- приобретение и выдачу специальной одежды, специальной обуви, других средств индивидуальной защиты;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ;
- недопущение работников моложе 18 лет к работам на опасных производственных объектах;
- применение режима сокращённого рабочего дня.

Для нарушителей промышленной безопасности субъекта к установленным требованиям дисциплины, материальной, административной и уголовной и финансовой ответственности за. Для того, чтобы привлечь юридическую ответственность за установление и регулирование трудового, административного, уголовного и гражданского законодательства Российской Федерации.

Федеральный государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, осуществляется федеральной инспекцией труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

В НИ ТПУ ведомственный контроль осуществляется отделом по охране труда. Действуя в соответствии с Типовым положением об уполномоченных профсоюзного комитета по охране труда (утвержденным постановлением Исполкома Генсовета ФНПР от 30 мая 1996 г. №3-8), организуется общественный контроль за соблюдением прав и интересов работников в области охраны труда. Руководство ТПУ обязано создавать соответствующие условия для работы уполномоченных профсоюзного комитета по охране труда.

Список литературы

1. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сулова.Пятое издание, исправленное. ммммммммм2003. -912 с, илл.
2. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сулова.Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
3. Допуск и посадки: Справочник. В 2-х ч. Часть 1. /В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 7-е изд., перераб, и под. -Е.: Издательство АТП, 2015год. -Ч. 1. 543 с.: ил. ISBN 5-181-03288-6.
4. Допуск и посадки: Справочник. В 2-х ч. Часть 1. /В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 7-е изд., перераб, и под. -Е.: Издательство АТП, 2015год. -Ч. 2. 448 с.: ил. ISBN 5-181-03289-6.
5. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: Альянс, 2015. – 256 с. ISBN 978-5-91872-082-0.
6. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ 2009 -91с. ISBN 5-98298-450-7.
7. Д.В.Кожевников, С.В.Кирсанов. Резание материалов: учебник для вузов / под. общ. ред. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2012 – 304 С.: ил. ISBN 978-5-94275-657-4.
8. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Григорьев С.Н., Схиртладзе А.Г. Режущий инструмент: учебник для вузов / под. общ. ред. С.В. Кирсанова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2014 – 520 С.: ил. ISBN 978-5-94275-713-7.
9. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ 2013 -310с. ISBN 978-5-4387-0235-1.
10. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. 3-е изд., стереотип. – М.: Л.: Машиностроение, 1966. – 652 с.